

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Вищого навчального закладу Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і торгівлі»  
18 квітня 2019 року № 88-Н

Форма № П-4.04

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ  
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»**

**Навчально-науковий інститут бізнесу та сучасних технологій**

Форма \_\_\_\_\_ денна  
(денна, заочна)

**Кафедра товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи**

**Допускається до захисту**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Г.О. Бірта  
(підпис, ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**на тему: Дослідження використання ультрафіолетових пристроїв для  
знезараження повітря та особливості їх митного оформлення**

(за матеріалами ДП «Полтавастандартметрологія»)

зі спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»  
освітньої програми «Товарознавство та експертиза в митній справі»  
освітнього ступеню «магістр»  
(шифр та назва)

**Виконавець роботи:** \_\_\_\_\_ **Сич Аліна Миколаївна**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

**Науковий керівник:** доц., к.ф.-м.н. Семенов Анатолій Олексійович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис, дата)

**ПОЛТАВА – 2021**

## ЗМІСТ

Перелік ключових слів.....	4
Перелік умовних скорочень та позначень.....	4
Вступ.....	5
Розділ 1. Огляд літературних джерел.....	9
1.1. Природа ультрафіолетового випромінювання.....	9
1.2. Люмінесцентні джерела генерування УФ-випромінювання.....	17
1.3. Способи генерування УФ-випромінювання та використання в побуті бактерицидних ламп .....	20
1.4. Перспективні напрямки використання УФ-випромінювання.....	29
Висновки до розділу.....	32
Розділ 2. Характеристика об'єктів та методів дослідження.....	33
2.1. Характеристика об'єктів дослідження.....	33
2.2. Характеристика методів розрахунку УФ-опромінювачів для зnezараження повітря та поверхонь .....	36
2.3. Методика вимірювання УФ-випромінювання.....	44
Висновки до розділу.....	50
Розділ 3. Експериментальні результати дослідження.....	51
3.1. Ідентифікація УФ-ламп бактерицидної дії.....	51
3.2. Дослідження джерел ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного зnezараження .....	57
3.3. УФ-пристрій для бактерицидного зnezараження повітря в приміщеннях.....	62
3.4. Технічні рішення для бактерицидного зnezараження повітря в побутових приміщеннях.....	71
Висновки до розділу.....	78
Розділ 4. Митне оформлення партії ультрафіолетових пристроїв для зnezараження повітря .....	79

4.1 Особливості класифікації ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря згідно з УКТЗЕД.....	79
4.2 Визначення митної вартості та платежів при митному оформленні партії ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря.....	82
4.3 Характеристика заходів нетарифного регулювання переміщення партії ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря через митний кордон України.....	86
4.4 Порядок декларування партії ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря.....	88
Висновки до розділу.....	93
Висновки та пропозиції.....	94
Перелік використаних джерел.....	96
Додатки.....	105
Додаток А	
Додаток В	

## ПЕРЕЛІК КЛЮЧОВИХ СЛІВ

Лампи, ідентифікація, виробництво, споживні властивості, ультрафіолетова лампа бактерицидної дії, спектральна характеристика, бактерицидна віддача, бактерицидне знезараження води, ультрафіолетове випромінювання, інтенсивність випромінювання, коефіцієнт поглинання, довжина хвилі, вимоги безпеки, методи випробувань, довжина хвилі, доза опромінення.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ДСТУ – державний стандарт України

ДВ – джерела випромінювання

ДСТУ – державний стандарт України

ЛВТ – лампи високого тиску

ЛНТ – лампи низького тиску

НД – нормативна документація

НЧ – низькі частоти

ОВ - оптичне випромінювання

ОУ - оптична установка

ПРА – пускорегулюючий апарат

Р - питома потужність лампи

ТУ У – технічні умови України

УБД – установка бактерицидної дії

УЛБД – ультрафіолетова лампа бактерицидної дії

УФ – ультрафіолет

УФВ – ультрафіолетове випромінювання

## ВСТУП

Оптичне випромінювання, так само як повітря і вода, є найбільш важливим фактором середовища проживання людини. Стан та екологічні параметри цього фізичного явища мають істотне значення для її життєдіяльності при інактивації мікроорганізмів та бактерій.

Історія вивчення та застосування ультрафіолетового випромінювання нараховує більше 100 років. Наприкінці XIX – початку XX ст. для знезараження води і повітря почали використовувати ультрафіолетове випромінювання, поступово вивчаючи механізм фотобіологічного впливу УФ-випромінювання.

У даний час УФ-технології динамічно розвиваються у промисловості, медицині, комунальному господарстві, енергетиці, сільському господарстві і т. д. Цей розвиток став можливим завдяки розробці і промислового виробництва сучасних потужних вискоєфективних джерел УФ-випромінювання і пристроїв на їх основі, що дозволило розпочати їх широке використання для знезараження повітря, води, поверхонь і т. д.

Джерелами ультрафіолетового випромінювання є ртутні лампи, виготовлені з кварцового скла (оскільки звичайне скло не пропускає ультрафіолет) у яких в процесі електричного розряду генерується випромінювання, що містять у своєму складі діапазон довжин хвиль 205-315 нм. До таких ламп відносяться ртутні лампи низького та високого тиску, а також ксенонові імпульсні лампи.

Ртутні лампи низького тиску конструктивно і по електричних параметрах практично ні чим не відрізняються від звичайних освітлювальних люмінесцентних ламп, за винятком того, що їх колба виконана зі спеціального кварцового або увіолевого скла з високим коефіцієнтом пропускання УФ-випромінювання, на внутрішній поверхні якої не нанесено шар люмінофора. Ці лампи випускаються в широкому діапазоні потужностей від 8 до 300 Вт. Основна перевага ртутних ламп

низького тиску полягає в тому, що більше 60% випромінювання припадає на лінію з довжиною хвилі 253,7 нм, що лежить в спектральній області максимальної бактерицидної дії. Вони мають великий термін служби 5000-10000 год і миттєву здатність до роботи після їх запалювання.

**Актуальність проблеми** полягає в тому, що боротьба із поширенням багатьох інфекційних захворювань, вірусів та їх спорів в теперішній час набула широкого значення. Сучасні умови життя суспільства потребують чіткої орієнтації і загальних напрямів боротьби із інфекційними і вірусними хворобами. Тому дослідження використання ультрафіолетового опромінювання для бактерицидного знезараження повітря та джерел УФ-випромінювання представляє важливу та актуальну роботу, яка спрямована на вивчення характеристик бактерицидного знезараження.

**Мета роботи** - дослідження використання ультрафіолетового опромінювання для бактерицидного знезараження повітря.

**Об'єкт дослідження** – ультрафіолетові установки бактерицидної дії, джерела УФ-випромінювання та процеси при бактерицидному знезараженні повітря.

**Предмет дослідження** – ультрафіолетові установки та лампи бактерицидної дії для знезараження повітря.

**Методи дослідження.** Використовувались стандартні методи вимірювання оптичного випромінювання та електричних характеристик джерел ультрафіолетового випромінювання.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити **наступні завдання:**

- вивчити способи генерування ультрафіолетового опромінювання;
- дослідити характеристики бактерицидних опромінювачів та джерел УФ-опромінювання;
- провести аналіз нормативних документів та методів вимірювання УФ-випромінювання;

- встановити доцільність використання бактерицидних ламп низького тиску в пристроях для знезараження повітря.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

1. Результати дослідження комбінованих методів УФ-обробки води в поєднанні з іншими технологіями.

2. Проведені розрахунки необхідної дози УФ-опромінювання для бактерицидного знезараження повітря в залежності від об'єму приміщень і часу знезараження.

3. Розроблена серія установок для бактерицидного знезараження повітря продуктивністю від 50 м<sup>3</sup>/год до 800 м<sup>3</sup>/год.

**Практичне значення** роботи полягає в можливості застосування на практиці УФ-технології для знезараження повітря в установках проточного типу з використанням ультрафіолетових бактерицидних ламп низького тиску різної потужності.

Результати роботи на тему «Дослідження використання ультрафіолетових ламп для пристроїв знезараження повітря» опубліковані в збірнику наукових статей магістрів навчально-наукового інституту бізнесу та сучасних технологій факультету товарознавства, торгівлі та маркетингу (стр. 61-66, додаток А).

Структура та обсяг роботи:

Розділ 1. У цьому розділі дипломної роботи розкрито теоретичні і практичні відомості про сфери використання ультрафіолетового випромінювання; зроблений огляд літературних джерел щодо способів генерування УФ-випромінювання.

Розділ 2. У другому розділі було розкрито об'єкти та методи дослідження. Описаний об'єкт дослідження, представлена характеристика методів вимірювання УФ-випромінювання.

Розділ 3. Проведені дослідження джерел УФ-випромінювання для бактерицидного знезараження та їх ідентифікація, зроблена оцінка

ефективності використання запропонованого УФ-пристрою для УФ-знезараження повітря.

Розділ 4. В четвертому розділі розглянуто митне оформлення ультрафіолетових ламп низького тиску: порядок здійснення кодування товарів; класифікація товарів згідно з вимогами УКТ ЗЕД. Здійснення оформлення документів для імпортування продукції та порядок оформлення митної декларації.

Дипломна робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань, який нараховує 76 найменування. Основний текст викладено на 95 сторінках. Робота містить 7 таблиць, 4 рисунки.



## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1. Природа ультрафіолетового випромінювання

Основне джерело ультрафіолетового випромінювання на Землі - Сонце. Співвідношення інтенсивності випромінювання УФ-А і УФ-Б, загальна кількість ультрафіолетових променів, що досягають поверхні Землі, залежить від наступних чинників:

- від концентрації атмосферного озону над земною поверхнею (озонові діри);
- від підвищення Сонця;
- від висоти над рівнем моря;
- від атмосферного розсіювання;
- від стану хмарного покриву;
- від ступеня віддзеркалення УФ-променів від поверхні (води, ґрунтів).

Ультрафіолетове випромінювання, скорочено УФ-випромінювання або ультрафіолет — невидиме оком людини електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між видимим і рентгенівським випромінюванням в межах довжин хвиль 400-10 нм [1].

Світло, що сприймається оком людини, становить лише частину спектру електромагнітних хвиль. Хвилі з меншою енергією, ніж червоне світло, називаються інфрачервоним (тепловим) випромінюванням. Хвилі з більшою енергією, ніж фіолетове світло, називають ультрафіолетовим випромінюванням. Цей вид випромінювання володіє енергією, достатньою для впливу на хімічні зв'язки, в тому числі і в живих клітинах [2].

Ультрафіолет буває трьох типів [3]:

- Ультрафіолет «А»;
- Ультрафіолет «В»;
- Ультрафіолет «С».

Озоновий шар запобігає попаданню на поверхню землі ультрафіолету «С». Світло в спектрі ультрафіолету «А» має довжину хвиль від 320 до 400 нм, світло в спектрі ультрафіолет «В» має довжину хвиль від 290 до 320 нм. Сонячні опіки викликаються впливом ультрафіолету «В». Ультрафіолет «А» проникає набагато глибше, ніж ультрафіолет «В» і сприяє передчасному старінню шкіри. Крім того, вплив ультрафіолету «А» і «В» призводить до раку шкіри [4].

Ультрафіолетове випромінювання не збуджує зорових образів — воно невидиме. Але його дія на сітківку ока і шкіру руйнівна. Ультрафіолетове випромінювання Сонця недостатньо поглинається верхніми шарами атмосфери (рис.1.1). Тому високо в горах не можна залишатися без темних скляних окулярів і тривалий час без одягу. Скло добре поглинає ультрафіолетове проміння.

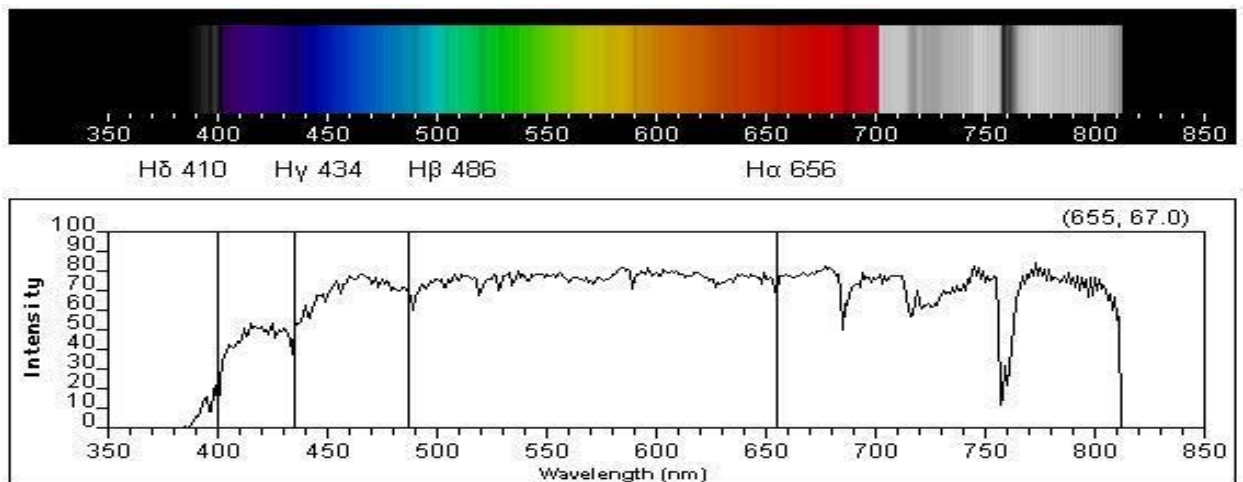


Рисунок 1.1. - Оптичний спектр сонячного випромінювання  
(зверху — звичайний вигляд у спектроскоп; знизу — представлення залежності інтенсивності випромінювання від довжини хвилі, нм)

В основі біологічної дії ультрафіолетового випромінювання лежать хімічні зміни молекул біополімерів в організмі. Під впливом невеликих доз ультрафіолетових променів в шкірі людини і тварин утворюються біологічно активні речовини (гістамін, вітаміни групи Д та інші), що сприяє стійкості до

інфекцій. Під дією ультрафіолетового випромінювання спостерігається почервоніння шкіри, що звичайно переходить у захисну пігментацію — засмагу. Ультрафіолетові промені у деяких випадках діють канцерогенно. В рослинах ультрафіолетове випромінювання змінює активність ферментів і гормонів, впливає на синтез пігментів, інтенсивність фотосинтезу. Клітини мікроорганізмів під дією ультрафіолетових променів гинуть, або в них збільшується частота мутацій. Внаслідок сильного мутагенного ефекту ультрафіолетове випромінювання використовують при генетичних дослідженнях, селекції рослин і мікроорганізмів, тощо [5].

За міжнародною класифікацією, відповідно до стандарту ISO-DIS-21348 сонячне УФ-випромінювання поділяється на такі області та під області (табл. 1.1.)

Спектр ультрафіолетового випромінювання може бути лінійчатим, безперервним або складатися із смуг залежно від природи джерела випромінювання. Лінійчатим спектром володіє УФ-випромінювання атомів, іонів або легких молекул (наприклад, молекула водню  $H_2$ ). Для спектрів важких молекул характерні смуги, обумовлені електронно-коливально-обертальними переходами молекул. Безперервний спектр виникає при гальмуванні і рекомбінації електронів.

Світло - це комбінація електромагнітних хвиль різної частоти. Отже, навчившись створювати джерела видимого світла, можна таким же чином створювати і джерела ультрафіолетового випромінювання. Поштовхом до розвитку індустрії виробництва джерел ультрафіолетового випромінювання стали [6]:

1. Результати численних експериментів, які довели факт тимчасової нестабільності характеристик сонячного випромінювання. Так при реєстрації спалахів на сонці (сонячні протуберанці) змінювалися характеристики сонячного випромінювання. Це в першу чергу стосувалося загальної потужності випромінювання та спектральної щільності випромінювання.

2. Відкриття вчених про незамінності ультрафіолетового випромінювання при виробництві життєво важливого для організму вітаміну Д [7].

Таблиця 1.1

Поділ ультрафіолетового випромінювання на області, відповідно до Міжнародної класифікації

Назва області	Скорочення	Довжина хвилі нанометри	Енергія на фотон електрон-вольти
Ближня область	NUV	400 - 300 нм	3.10 - 4.13 eV
Ультрафіолет А довгі ультрафіолетові хвилі або чорне світло	UVA	400 - 315 нм	3.10 - 3.94 eV
Середня область	MUV	300 - 200 нм	4.13 - 6.20 eV
Ультрафіолет В середні ультрафіолетові хвилі	UVB	315 - 280 нм	3.94 - 4.43 eV
Ультрафіолет С короткі ультрафіолетові хвилі	UVC	280 - 100 нм	4.43 - 12.4 eV
Вакуумна область	VUV	200 - 10 нм	6.20 - 124 eV
Далека область	FUV	200 - 122 нм	6.20 - 10.2 eV
Екстремально далека	EUV	121 - 10 нм	10.2 - 124 eV

Завдяки створенню і вдосконаленню штучних джерел УФ випромінювання, що йшли паралельно з розвитком електричних джерел видимого світла, сьогодні фахівцям, що працюють з УФ випромінюванням в медицині [8, 9], профілактичних, санітарних і гігієнічних установах [10], сільському господарстві [11] і т.д., надаються істотно великі можливості, чим

при використанні природного УФ випромінювання. Розробкою і виробництвом УФ ламп [12] для установок фотобіологічної дії (УФБД) в даний час займається ряд найбільших електролампових фірм (Philips, Osram, Radium, Sylvania і ін.) [<sup>13</sup>14]. У Росії відомі виробники УФ ламп для УФБД: ВАТ «ЛИСМА-ВНИИИС» (Саранськ), НВО «ЛІТ» (Москва), ВАТ СКБ «Ксенон» (Зеленоград).

Таким чином, отримання стабільного ультрафіолетового випромінювання з наперед заданими параметрами стало найважливішою науковою задачею [15]. Одночасно з інженерами, які працювали над створенням ультрафіолетових ламп, вчені розробляли теорію утворення засмаги. Стало ясно, що для отримання засмаги необхідно комбіноване ультрафіолетове випромінювання. До загального спектрального складу випромінювання повинно входити як ультрафіолетове випромінювання діапазону А (УФА), так і ультрафіолетове випромінювання діапазону В (УФВ). Перші ультрафіолетові лампи, створені в 1908 році, були кварцові. Свою назву вони отримали від кварцового скла, що використовується для їх виготовлення. Випромінювання, отримане від таких ламп, мало необхідну потужність, але в той же час мало спектральні характеристики, зсунуті в область короткохвильового випромінювання. Тривале перебування під таким випромінюванням могло призвести до негативних наслідків. Індустрія не стояла на місці, і як результат з'явилися два типи ультрафіолетових ламп. У них, для отримання комбінованого УФА + УФВ ультрафіолетового випромінювання, використовують два різних методи [16].

За методом отримання ультрафіолетового випромінювання лампи можна розділити на два види [17]:

1. Лампи високого тиску [18], що використовують дуговий розряд (закордонне назву "ND" (Nieder Drucken));
2. Лампи низького тиску [19], що використовують тліючий розряд (закордонне назву "HD" (Hoche Drucken)).

Останнім часом все більшої популярності набувають бактерицидні лампи [20]. Вони дозволяють очистити не тільки повітря [21], а і воду [22] від шкідливих часток і різного роду випромінювань [23], що негативно впливають на здоров'я людини і наповнити його корисними іонами. Сучасна людина оточена різними побутовими приладами, які постійно випромінюють шкідливе електромагнітне поле. Використання бактерицидних соляних ламп дозволяє якщо не повністю нейтралізувати, то хоча б значно знизити шкідливий вплив електромагнітних випромінювань різних побутових приладів. При нагріванні, подібні лампи починають випромінювати негативно заряджені частинки - іони, які нейтралізують шкідливі частинки, що літають в повітрі. Крім цього, бактерицидні соляні лампи дозволяють нормалізувати мікроклімат в приміщенні, де вони встановлені. Вони поглинають зайву вогкість, а при нагріванні, сіль в них починає дуже повільно танути і потрапляти в повітря, нормалізуючи його. Бактерицидні лампи просто необхідні для людей з різними захворюваннями дихальної системи. У приміщенні, де встановлена подібна лампа, їм відразу стає легше дихати, поліпшується самопочуття [8].

З моменту появи перших установок для знезараження повітря з бактерицидними лампами пройшло більше 70 років [1]. Різні види мікроорганізмів володіють різною чутливістю до дії УФ випромінювання, причому стійкість бактерій визначається як і природою, так і фазою їхнього розвитку. Найбільш чутливі до впливу УФ випромінювання бактерії, що знаходяться в повітрі в крапельній фазі, навпаки, спорові форми бактерій надзвичайно стійкі до впливу УФ випромінювання. З середини минулого століття бактерицидні установки вже повсюдно використовуються для знезараження повітря приміщень [24], лікувальних установ, промислових приміщень, адміністративних будівель, питної та мінеральної води [25], харчових продуктів, тари і т.п. [6].

В спектрі лампи типу ДРТ присутні спектральні лінії коротше 200 нм [26], що викликають інтенсивне утворення озону в повітрі. Озон - це

нестійкий трьохатомний кисень, що володіє знезаражувальними властивостями, здатний активно знищувати бактерії, має високу ефективність щодо різних патогенних мікробів, є сильним окислювачем хімічних та інших забруднюючих речовин. За своєї реактивної здатності озон займає друге місце, поступаючись тільки фтору. В озону висока проникаюча здатність, і при цьому він має потужну бактерицидну дію. Вплив малими дозами озону надає профілактичну і терапевтичну дію і активно використовується в медицині. Лікувальні властивості озону обумовлені його здатністю покращувати кровообіг в тканинах, стимулювати імунну систему, покращувати функцію кров'яних тілець. Озон має протипухлинну, бактерицидну і антивірусну дію. Не має токсичного впливу на організм людини. Дані про вплив озону в низьких концентраціях на організм людини, свідчить про його позитивний вплив на функцію дихання. Таким чином, при мікроконцентраціях озон забезпечує біологічну повноцінність атмосфери жилих приміщень. При використанні озону в лікувальних цілях або для знезараження приміщень необхідно пам'ятати правило Парацельса: перетворення ліків на отруту залежить від дози. Потрібно зазначити, що за минулий період суттєво оновився асортимент бактерицидних ламп і опромінювальних приладів, створені бактерицидні лампи, що забезпечують більшу бактерицидну віддачу на одиницю потужності. Розроблено і випускаються бактерицидні «безозонові» лампи. У таких ламп за рахунок того, що колба виготовлена з спеціального скла, значно обмежений вихід випромінювання озonoутворюючої лінії 185 нм, що дозволяє уникнути перевищення концентрації озону. Також є бактерицидні опромінювачі-рециркулятори закритого типу (в діапазоні потужностей від 30 Вт до 150 Вт), принцип дії яких заснований на знезараженні прокачуваного повітря вздовж бактерицидних ламп низького тиску. При цьому знезараження відбувається всередині замкнутого простору [27], що дозволяє використовувати рециркулятори в присутності людей, тварин, рослин. Ефективність дезінфекції підвищується за рахунок того, що бактерії та інші мікроорганізми

знаходяться в хаотичному русі і потрапляють в замкнутий контур для багаторазової обробки повітря. Бактерицидна дія ламп, закритих корпусом рециркулятора не має шкідливого впливу на будь-які сучасні оздоблювальні матеріали, медичне обладнання, меблі та кімнатні рослини. На сьогоднішній день бактерицидні лампи низького тиску залишаються єдиним діючим профілактичним санітарно-протиепідемічним засобом і забезпечують обов'язкове дотримання діючих санітарних норм і правил з улаштування та утримання приміщень [28].

Електричні джерела випромінювання, спектр яких містить випромінювання діапазону довжина хвиль 205 - 315 нм, призначені для цілей знезараження, називають бактерицидними лампами. Найбільшого поширення, завдяки високоефективному перетворенню електричної енергії, отримали розрядні ртутні лампи низького тиску, у яких в процесі електричного розряду в аргонортутній паро-газовій суміші більше 60% переходить у випромінювання лінії 253,7 нм. Ртутні лампи високого тиску не рекомендуються для широкого застосування через малу економічність, тому що у них частина випромінювання, у необхідному діапазоні, складає не більше 10%, а термін служби приблизно, в 10 разів менше, ніж у ртутних ламп низького тиску.

Поряд з лінією 253,7 нм, що володіє бактерицидною дією, в спектрі випромінювання ртутного розряду низького тиску міститься лінія 185 нм, яка в результаті взаємодії з молекулами кисню утворює озон в повітряному середовищі. У існуючих бактерицидних лампах колба виконана з увіолевого скла, яка знижує, але повністю не виключає вихід лінії 185 нм, що супроводжується утворенням озону. Наявність озону в повітряному середовищі може привести при високих концентраціях до небезпечних наслідків для здоров'я людини аж до отруєння [2]. Найбільш широке використання озону можливе при опроміненні рідин, де потрібно використати ефекти окислення органічних домішок та деструкції складних хімічних з'єднань.



## 1.2. Люмінесцентні джерела генерування УФ-випромінювання

З чотирьох відомих штучних способів генерації УФ-випромінювання, нерозглянутим залишається лише один – люмінесценція, варто зазначити, що люмінесцентні джерела УФ-випромінювання на теперішній час є єдиними широкодоступними та ефективними джерелами з усіма їх перевагами та недоліками [29].

Основними чинниками, що визначають ефективність джерел УФ-випромінювання, є [17, 30]: спектр джерела, який впливає на можливість застосування джерела в різних технологіях, потужність лампи, ККД, робочий (корисний) і повний ресурс, падіння потоку УФ-випромінювання до кінця строку служби лампи, компактність і вартість лампи та електронного блоку запуску і живлення (ЕПРА), безпека і технологічність використання джерела, а також його вартість.

У разі застосування джерела для знезараження, основною характеристикою є бактерицидна ефективність [31]. Найбільшим бактерицидним ефектом володіє випромінювання з досить вузького спектрального інтервалу 205-315 нм, тому бактерицидна ефективність джерела УФ-випромінювання визначається тим, наскільки близький спектр його випромінювання до максимуму бактерицидної чутливості (близько 265 нм) [2].

Ефективністю або ККД джерела для УФ-знезараження називають відношення потужності випромінювання в бактерицидній області до електричної потужності лампи. При цьому наводиться спектральна характеристика лампи або вказується потужність чи ефективність з урахуванням залежності бактерицидної ефективності від довжини хвилі випромінювання [32].

Як правило, при визначенні ефективності джерела не враховують втрати в джерелі живлення, які повинні бути враховані при розрахунку повної електричної потужності обладнання [6]. Аналогічно може бути

визначена ефективність УФ-джерела і для інших технологічних процесів. Додатковими вимогами можуть бути можливість роботи лампи в повітряному потоці або при зміні температури навколишнього середовища. У деяких технологіях необхідно забезпечити швидке вмикання лампи з відповідним виходом на режим. При використанні УФ-випромінювання для обробки середовищ або знезараження в промислових масштабах одним із актуальних завдань стає швидкість обробки, тому доза УФ-опромінення повинна бути забезпечена за досить малий проміжок часу, поки об'єкт обробки знаходиться в області опромінення. Для вирішення цієї задачі потрібні потужні, ефективні та екологічно безпечні джерела УФ-випромінювання.

Газорозрядні джерела УФ-випромінювання застосовують найчастіше, оскільки вони дають можливість отримати високі питомі потужності УФ-випромінювання з високим ККД перетворення електричної енергії. Вони характеризуються великим строком служби і досить прості в експлуатації.

У залежності від умов розряду і робочої речовини плазма газорозрядної лампи випромінює як неперервний, так і лінійчатий спектр. Найбільш ефективним джерелом УФВ з безперервним спектром є дугова плазма газового розряду, газ в якій може бути розігрітий до температур 10000 К і вище. Дуговий розряд високого тиску, прикладом якого є дуга при електрозварюванні, близький до термічного джерела з високою температурою і безперервним спектром. Проте для більшості сфер використання потрібне УФВ певного спектрального діапазону, тому УФ-джерела випромінювання, як правило, мають селективний спектр, розрахований на досягнення максимально можливого ефекту для певного процесу.

Для підвищення ефективності перетворення електричної енергії в енергію УФВ до 40-80 % використовують електричний розряд низького тиску, який дає лінійчатий спектр. Природно виникає питання, чому ефективність перетворення електричного розряду низького тиску багато

вище, ніж у теплових джерел, наприклад, у того ж електричного розряду у вигляді дуги високого тиску. Розряд низького тиску, на відміну від розрядів при тисках вище 40-50 кПа, не є ізотермічним, температура газу та іонів близька до температури стінки 40-100°C, а енергія електронів велика. Електрони отримують енергію від електричного поля і розігріваються до температур 1-5eV (1 eV = 11600 K), ефективно збуджують атоми і молекули газу і лише малу частку енергії передають у нагрів газу. Наприклад, для генерації бактерицидного УФ-випромінювання в якості атома, що випромінює, добре підходить атом ртуті з резонансною довжиною хвилі 254 нм, для збудження якої електрон повинен володіти енергією близько 5 eV. При оптимальних параметрах розряду теоретичний ККД перетворення електричної енергії в резонансне УФ-випромінювання може досягати 70 % і вище [18]. Частина енергії піде на нагрівання газу при зіткненнях електронів з атомами ртуті і буферного газу, оскільки не кожне зіткнення електрона приводить до збудження атома ртуті, частина – на іонізацію і збудження інших ліній ртуті, тому ККД перетворення електричної енергії в УФ-випромінювання в потужних джерелах низького тиску становить 25-50 %, причому, чим вище питома потужність, тим нижче ККД [17].

Для різних сфер використання УФВ в даний час випускаються ртутні, ксенонові, ексімерні, на парах металів та інші газорозрядні лампи, колби яких виготовлені з прозорих для УФ-випромінювання матеріалів, найчастіше зі спеціального скла або з кварцу. За способом підведення електричної енергії лампи бувають з електродами і безелектродні, з безперервним й імпульсним режимами роботи.

Джерела на основі розряду в парах ртуті поділяють на ртутні лампи низького тиску і лампи високого тиску [19]. У даній роботі будуть розглянуті тільки ртутні лампи низького тиску [30].

### 1.3. Сфери використання ультрафіолетових ламп в побуті

Ультрафіолетове випромінювання (випромінення) займає діапазон між видимим та рентгенівським випромінюваннями, тобто між 1 та 400 нм. УФ-випромінювання є частиною діапазону так званого оптичного випромінювання [33], до якого разом з ним належать видиме від 380 (400) до 760 (780) нм та інфрачервоне від 760 (780) нм до 1 мм.

Кванти УФ-випромінення мають більшу енергію  $\varepsilon$  завдяки більшій частоті  $\nu$  електромагнітних коливань, ніж кванти видимого випромінювання ( $\varepsilon = h\nu$ , де  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – стала Планка), УФ-випромінення краще ніж видиме, проявляє себе в тих явищах, які мають квантовий характер – фотоелектричний ефект (зовнішній та внутрішній), фотохімічні та фотобіологічні процеси [34], при чому в останніх дія УФ-випромінення на організми людей та тварин може бути як корисною так і пагубною [16].

З іншого боку УФ-випромінення проявляє себе краще, ніж рентгенівське (через порівняно малу довжину хвилі останнього) в тих явищах, які мають суто хвильовий характер – дисперсія (залежність швидкості розповсюдження випромінення від оптичної густини середовища, тобто – від її коефіцієнта заломлення) та дифракція (посилення або послаблення інтенсивності електромагнітних коливань (інтерференція) після проходження отворів або огинання перешкод малих розмірів, або проходження через систему чергування отворів – перешкод (дифракційна решітка), що дозволяє розкладати УФ-випромінення в спектри за довжинами хвиль, і завдяки цьому, вимірювати інтенсивність (спектральну) на кожній окремій довжині хвилі, визначати так звані спектри дії УФ-випромінень та їхні спектральні ефективності в тих чи інших явищах (процесах).

Завдяки хвильовим властивостям УФ-випромінень існує (і реалізується) можливість створення спеціальних приладів – УФ-спектрорадіометрів [35], у яких випромінення розкладаються в спектри за допомогою призм з кварцового скла (яке достатньо добре пропускає УФ-

випромінення) або штучних дифракційних решіток у той час, як дифракцію рентгенівських променів можна спостерігати лише на природних «дифракційних решітках», а саме на кристалічних решітках певних твердих речовин [<sup>36</sup>37].

За своєю природою, тобто за способом (принципом) генерації випромінювання джерела УФ-випромінювань, так само, як і джерела видимого випромінювання (світла) за хронологією розвитку та впровадження поділяють на [17, 19]: теплові; люмінесцентні; напівпровідникові (діоди, що випромінюють).

Ультрафіолетове випромінювання (ультрафіолет, UV, УФ) - це електромагнітне випромінювання, що охоплює діапазон довжин хвиль від 100 до 400 нм оптичного спектру електромагнітних коливань, тобто між видимим та рентгенівським випромінюванням [6].

Ультрафіолетовий компонент сонячного світла є головною причиною загибелі мікробів в зовнішньому повітрі. Смертність мікроорганізмів на відкритому повітрі досягає 90-99%, але залежить від виду мікроорганізму і може варіювати від декількох секунд до пари хвилин [2].

Спори і деякі види бактерій навколишнього середовища мають стійкість до впливу сонячного світла і можуть переносити тривале опромінення світлом без особливої шкоди своєму організму. Енергія ультрафіолетової компоненти сонячного світла викликає пошкодження мікроорганізмів на клітинному та генетичному рівнях, той же самий збиток завдається людям, але він обмежений шкірою та очима. Штучні джерела ультрафіолетового випромінювання (далі УФВ) використовують набагато більш сконцентровані рівні випромінювання, ніж ті, що представлені в звичайному сонячному світлі. Сила проникнення ультрафіолетових променів невелика і поширюються вони тільки по прямій, тобто в будь-якому робочому приміщенні утворюється безліч затінених зон, які не схильні до бактерицидної обробки [38].

Бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання припадає на діапазон довжини хвиль 205-315 нм, воно викликає модифіковані фотохімічні пошкодження ДНК. Зміни в ДНК мікроорганізмів накопичуються і призводять до уповільнення темпів їх розмноження і подальшого вимирання в першому і наступному поколіннях. У результаті ряду спостережень було зазначено, що вплив енергії в діапазоні спектра UVC, найбільш ефективний з бактерицидної точки зору при довжині хвилі в 254 нм.

Бактерицидну дію ультрафіолетових променів було виявлено близько 100 років тому. Перші лабораторні випробування УФВ в 1920-х роках були настільки багатообіцяючими, що повне знищення повітряно-крапельних інфекцій здавалося можливим в самий найближчий час. УФВ стало активно застосовуватися з 1930-х років і в 1936 р. було вперше використано для стерилізації повітря в хірургічній операційній кімнаті. У 1937 р. перше застосування УФВ у вентиляційній системі одного з американських шкіл вражаюче знизило рівень захворюваності учнів на кір та іншими інфекціями. Тоді здавалося, що знайдено чудовий засіб для боротьби з повітряно-крапельної інфекції. Однак, подальше вивчення УФВ і небезпечних побічних дій серйозно звузило можливості його використання в присутності людей [39].

Живі мікробні клітини по-різному реагують на ультрафіолетове випромінювання в залежності від довжин хвиль. В таблиці 1.2. представлені дані про чутливість мікроорганізмів до дії ультрафіолетового випромінювання.

Ультрафіолет використовується в даний час в різних областях:

- медичних установах (лікарні, поліклініки, госпіталі);
- харчової промисловості (продукти, напої);
- фармацевтичної промисловості;
- ветеринарії;
- для знезараження питної, оборотної та стічної води.

Сучасні досягнення світло- і електротехніки забезпечили умови для створення великих комплексів УФ-знезараження.

Ультрафіолетове бактерицидне опромінення повітряного середовища проводиться за допомогою ультрафіолетового радіаційного обладнання, принцип дії якого заснований на пропущенні електричного розряду через розріджений газ (включаючи пари ртуті), що знаходиться всередині герметичного корпусу, в результаті чого відбувається випромінювання.

Таблиця 1.2

## Чутливість мікроорганізмів до дії УФ-випромінювання

Більш чутливі	Група мікроорганізмів	Представник групи
↓	Веgetативні бактерії	Staphylococcus aureus
		Streptococcus progenies
		Escherichia coli
		Pseudomonas aeruginosa
		Serratia marcescens
	Спори бактерій	Bacillus anthracis
		Bacillus cereus
		Bacillus subtilis
	Грибкові спори	Aspergillus versicolor
Менш чутливі		Penicillium chrysogenum

Дезінфекція поверхонь УФ - опромінюванням використовується в харчовій промисловості. Порожні і заповнені банки з консервами (не закриті) проходять під встановленими в ряд бактерицидними лампами на

транспортній стрічці. Кришки для банок перед їх використанням опромінюються окремо.

Установки бактерицидної дії застосовуються для знезараження повітря приміщень (у лікувальних і дитячих установах, в деяких промислових і адміністративних будівлях), питної води, харчових продуктів, тари і. т. д. Джерелами бактерицидного випромінювання є газорозрядні лампи низького і високого тиску.

У операційних і пологових відділеннях використовуються бактерицидні установки як для знезараження повітря, так і для знезараження підлоги, стін в приміщеннях для новонароджених.

Виготовлення антибіотиків, ліків і косметики пов'язане з необхідністю максимальної чистоти повітря на всіх стадіях виробництва (вимога стерильності). Звичайно це досягається за допомогою абсолютних фільтрів. Проте додатково потрібне використання бактерицидного випромінювання. В цьому випадку персонал повинен бути захищений спецодягом, а також стерилізованими рукавичками, екранами, окулярами і т.д. УФ-лампи повинні бути або змонтовані на стелі, або при висоті стель більше 3,5 м підвішені на цій висоті. При висоті стелі менше 3 м можна використовувати переважно відбиту схему освітлення від настінних відбивачів із висотою установки 2 м над підлогою [2].

З допомогою бактерицидного випромінювання також можливе знезараження рідин, оскільки воно здатне проникати через деякі з них, проте з різною ефективністю. Проникність різних видів природної води для випромінювання  $\lambda=254$  нм може значно відрізнятися (у різних випадках до 10 разів). Це обумовлено різним вмістом заліза у воді. Забруднену промислову воду перед дезінфекцією [40] піддають очищенню [22].

Той факт, що бактерицидне ультрафіолетове випромінювання не утворює небажаних побічних продуктів і є ефективним засобом інактивації великого числа мікроорганізмів, зумовив підвищений інтерес до ультрафіолетового світла як засобу дезінфекції питної та стічної води [41].



Знезараження - найважливіший етап підготовки води, метою якого є створення бар'єру під час попадання патогенних мікроорганізмів до людини. Відомо, що чутливість різних видів патогенних мікроорганізмів до дії дезінфектантів неоднакова. Наприклад, ефективність дії хлору зменшується в десятки разів послідовно в ряду [42, 43]: бактерії - спори бактерій - віруси - цисти простих [44].

Таким чином, об'єктивно існує проблема забезпечення якості питної води за вірусними і паразитологічними показниками. На сьогоднішній час в системах водопідготовки і водовідведення активно упроваджується метод УФ-знезараження. Основне завдання в цьому напрямку це вдосконалення технологій і впровадження нових ефективних методів знезараження природних вод [45].

Негативною властивістю хлорування на очисних спорудах каналізації є наявність залишкового хлору в стічних водах, які відводяться у водоймища.

Найбільш перспективним промисловим методом є знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням. УФ-випромінювання має високу ефективність відносно бактерій, вірусів і простих і, на відміну від окислювальних методів, не викликають утворення вторинних токсикантів. Застосування УФ-методу для знезараження в системах підготовки питної води самостійно або в поєднанні з іншими методами, а також для знезараження очищених стічних вод дозволяє оптимально вирішувати наявні проблеми [46].

У 80-х рр. в процесі пошуку альтернативи хлоруванню при рішенні проблеми присутності в питній і стічних водах хлороорганічних з'єднань зріс інтерес до УФ-знезараження у ряді розвинених країн Європи і в США. Були створені ефективні джерела УФ- випромінювання і довершені конструкції УФ-обладнання з техніко-експлуатаційними і економічними характеристиками, що дозволяють розширити область застосування методу, зокрема для знезараження очищених стічних вод. УФ-метод набув за

кордоном широкого поширення. У розвинених країнах існує тенденція ліквідації систем хлорування при знезараженні стічних вод і заміні його УФ-знезараженням [25] або комбінацією різних методів [47].

УФ дезинфекція води, має наступні відомі переваги:

- 1) висока ефективність проти широкого спектру патогенних мікроорганізмів у воді;
- 2) відносно малі розміри устаткування;
- 3) відсутність необхідності в додаткових хімічних речовинах (безреагентний процес);
- 4) відносний малий час обробки води;
- 5) відсутність впливу на смак і запах чистої води;
- 6) мінімум утворення побічних продуктів, включаючи токсичні, причому за рідкісним виключенням, після обробки не утворюються мутагенні фотопродукти;
- 7) відносна безпека і легкість експлуатації (наприклад, не треба транспортувати і зберігати цистерни з хлором);
- 8) легкість автоматизації устаткування;
- 9) можливість впровадження в традиційні системи очищення води без їх істотного переобладнання [46].

Розглянемо основні методи застосування ультрафіолетового випромінювання. На сьогоднішній день відомо 3 методи:

1. Пряме опромінення - використовується лише за відсутності людей в оброблюваному приміщенні.
2. Непряме опромінення (відбитими променями) - використовується в присутності людей з обмеженнями за часом експлуатації.
3. Закрите опромінення (в системах вентиляції і автономних рециркуляційних пристроях) - використовується в присутності людей з обмеженнями за часом експлуатації.

Пряме опромінення приміщень здійснюється за допомогою ламп, підвішених до стіни або стелі і направляючих прямий потік променів у

всередину приміщення. Воно може також здійснюватися лампами, укріпленими на спеціальних штативах, що стоять на підлозі. Пряме опромінення може здійснюватися лише за відсутності людей (в перервах, перед початком роботи) або при забезпеченні спеціальних умов.

Непряме опромінення приміщень здійснюється за допомогою ламп, підвішених на висоті 1,8-2 м від підлоги з рефлектором, зверненим догори, таким чином, щоб потік прямого випромінювання потрапляв у верхню зону приміщення; нижня зона приміщення захищена від прямих променів рефлектором лампи.

Повітря, що проходить через верхню зону приміщення, фактично піддається прямому опроміненню. Крім того, відбиті від стелі та верхньої частини стін (для кращого відображення стіни повинні бути пофарбовані в білий колір) ультрафіолетові промені опромінюють нижню зону приміщення, в якій можуть знаходитися люди. Проте ефективність знезараження повітря нижньої зони практично нульова, тому що інтенсивність відбитої радіації в 20-30 разів менше прямій [48].

Закрите опромінення активно застосовується як додаткова щабель бактерицидної обробки повітря в приміщенні. Повітря, що проходить через бактерицидні лампи, що знаходяться всередині корпусу рециркулятора піддається прямому опроміненню і потрапляє знову у приміщення знезараженим.

Як джерела УФВ використовуються розрядні лампи, у яких в процесі електричного розряду генерується випромінювання, що містять у своєму складі діапазон довжин хвиль 205-315 нм (решта область спектру випромінювання грає другорядну роль). До таких ламп відносяться ртутні лампи низького і високого тиску, а також ксенонові імпульсні лампи [49].

Ртутні лампи низького тиску конструктивно і по електричних параметрах практично ні чим не відрізняються від звичайних освітлювальних люмінесцентних ламп, за винятком того, що їх колба виконана зі спеціального кварцового або увіолевого скла з високим

коефіцієнтом пропускання УФВ, на внутрішній поверхні, якої не нанесений шар люмінофора. Ці лампи випускаються в широкому діапазоні потужностей від 8 до 115 Вт. Основна перевага ртутних ламп низького тиску полягає в тому, що понад 60% випромінювання припадає на лінію з довжиною хвилі 254 нм, що лежить в спектральній області максимальної бактерицидної дії. Вони мають великий термін служби 5000-10000 год. і миттєву здатність до роботи після їх запалювання.

Специфічною особливістю бактерицидних опромінювачів відкритого типу є те, що потік ультрафіолетового випромінювання від нього поширюється по всьому простору, куди потрапляє світло від бактерицидної лампи. Це найбільш ефективний спосіб знезараження як повітря, так і поверхонь різних матеріалів [50, 51], і навіть предметів в кімнаті [34].

У рециркулятора ультрафіолетове випромінювання не має виходу назовні [24]. УФ випромінювання сконцентровано у невеликому замкнутому просторі лампи. Знезараження повітря відбувається так: повітря надходить через вентиляційні отвори всередину корпусу, всередині УФ лампа дезінфікує повітря в замкнутому просторі УФ лампи, продезінфіковане повітря надходить у приміщення. Цей принцип «УФ випромінювання в замкнутому просторі бактерицидної лампи» дозволяє застосовувати УФ рециркулятори для знезараження повітря навіть у присутності людей.

Ультрафіолетові промені поширюються по прямій і діють переважно на нуклеїнові кислоти, надаючи на мікроорганізми як шкідливий, патогенний, так і сприятливий і продуктивний вплив. Ультрафіолетове випромінювання викликає руйнівне пошкодження ДНК, порушує клітинне дихання і синтез ДНК, що призводить до припинення розмноження мікробних клітин. У цьому процесі для нас як користувачів бактерицидного опромінювача основним є загибель мікробної клітини в першому або наступних поколіннях.

Джерелом випромінювання рециркуляторів є бактерицидні лампи низького тиску, що випромінюють ультрафіолетові промені з довжиною хвилі 253,7 нм, згубні для різних бактерій, вірусів і мікроорганізмів, що знаходяться в повітрі приміщень. Такий спосіб знезараження є економічно вигідним, оскільки бактерицидна лампа перетворює більше 40% споживаної електроенергії у випромінювання [17].

#### **1.4 Перспективні напрямки використання бактерицидного опромінення**

Ультрафіолетове випромінювання сьогодні знаходять досить широке використання в різних сферах діяльності людей – в медицині, в фармацевтичній, харчовій, текстильній, деревообробній, хімічній, поліграфічній промисловостях, агропромисловому комплексі, в системах водопідготовки та водовідведення, в криміналістиці, для створення світлових ефектів, оформлення вітрин та ін.

Ультрафіолетове бактерицидне випромінювання є дійовим санітарно - протиепідемологічним засобом, направленим на придушення життєдіяльності мікроорганізмів в повітряному, водному середовищі та на поверхні предметів. УФ – дезінфекція має переваги перед іншими технологіями: висока ефективність проти широкого спектру патогенних мікроорганізмів; відсутність необхідності в додаткових хімічних речовинах (безреагентний процес); мінімум утворення побічних продуктів, включаючи токсичні; при обробці води та інших продуктів - відсутність впливу на смак і запах. В даний час ультрафіолетове випромінювання і озон розглядаються як альтернативні засоби інактивації присутніх у воді (здатні замінити системи дезінфекції, заснованих на застосуванні хлору, оскільки ці мікроорганізми стійкі до дії хлору). Відомо багато й інших ефективних технологій з використанням УФ радіації, але Україна, в порівнянні з індустріальними країнами світу, має дуже обмежене їх використання. Тому

проблеми розширення сфер застосування ультрафіолетового випромінювання, розробка нових технологій з його використанням та вдосконалення джерел УФ випромінювання є досить актуальними [6].

Промисловістю різних країн випускається широкий асортимент ультрафіолетових ламп для установок фотофізичної, фотобіологічної та фотохімічної дії. Найбільш поширеного використання в Україні набули бактерицидні розрядні лампи низького тиску (РЛНТ) в кварцовому або увіолевому склі у яких більше 60% випромінювання приходить на лінію  $\lambda=253,4$  нм. Їх ефективність досягає 30-35% від споживаної електроенергії. Електрична потужність цих ламп знаходиться в межах 4-300 Вт.

Як бактерицидні ламп також використовуються і ртутні лампи високого тиску (РЛВТ). Ефективність цих ламп значно нижче ніж у РЛНТ – 8-12%, але вони мають значно більший діапазон потужностей – 100-12000 Вт і менші розміри. Застарілий парк опромінювальних установок медичних закладів потребує на заміну бактерицидні лампи типу ДРТ переважно потужністю 240, 400 та 1000 Вт.

Набувають більш широкого використання в Україні і інші лампи фотобіологічної дії - еритемні, загарної дії та для фототерапії.

Еритемні УФ–лампи використовуються для компенсації «УФ - недостатності» природного випромінювання і, зокрема інтенсифікації процесу фотохімічного синтезу вітаміну Д в шкірі людини. Крім медичних установ вони використовуються в спеціальних «фотаріях» (для шахтарів та інших працівників, які працюють в умовах без природного світла), а також для опромінювання молодняка тварин. Лампи загарної дії широко застосовуються в соляріях, косметичних салонах, медичних закладах. Значний попит мають і УФ–лампи з довгохвильовим спектром випромінювання (область А), які сьогодні використовуються в поліграфії та інших галузях.

На основі проведеного аналізу тенденцій розвитку технологій з застосуванням УФ – радіації та останніх результатів досліджень по

створенню нових джерел випромінювання зроблені висновки та оціночні прогнози.

Зокрема, слід очікувати значного росту використання ультрафіолетових ламп бактерицидної дії для установок водопідготовки та водовідведення (як альтернатива хімічним технологіям дезінфекції питної води та водовідведення) в комунальній сфері, харчовій промисловості, агропромисловому комплексі, навчальних, дитячих, медичних закладах, санаторіях та ін [2].

Найбільш ефективними для промислових установок знезараження води є і будуть залишатись на найближчу перспективу ртутні розрядні лампи низького тиску. Для малопотужних установок індивідуального користування перспективними є екологічно безпечні безртутні ексімерні лампи ультрафіолетового випромінювання.

Найбільш широкою сферою споживання ультрафіолетових ламп будуть залишатися установки для дезінфекції повітря (медичного, побутового та іншого призначення). Суттєве розширення потреб в бактерицидних лампах можливе при впровадженні обов'язкових санітарних та проти епідеміологічних заходів в місцях знаходження значної кількості людей (навчальних закладах, вокзалах, кінотеатрах, магазинах та ін.) шляхом встановлення установок бактерицидного знезаражування повітря.

Із нових напрямків застосування УФ-випромінювання досить перспективним можуть стати технології по знешкодженню техногенних токсикантів (діоксинів, гербіцидів та ін.) шляхом їх розкладу на токсичні сполуки під дією ультрафіолету та озону.

Головними напрямками підвищення ефективності ртутних розрядних ламп низького тиску є НВЧ-живлення ламп та використання амальгам замість рідкої ртуті. Для джерел УФ - випромінювання малої потужності більш перспективними є ексімерні безртутні лампи та УФ-світлодіоди. Найбільш ефективними серед потужних джерел випромінювання (область «А» і «В») є металогалогенні лампи високого тиску.

## **Висновки до розділу**

В даному розділі проаналізовано сфери та перспективи використання ультрафіолетового випромінювання. Представлені перспективні напрямки використання УФ-випромінювання, які потребують дослідження та узагальнення в залежності від потреб споживачів.

Повітря часто стає джерелом і розповсюджувачем хвороботворних мікроорганізмів, тому одним із способів вирішення бактерицидної безпеки населення є впровадження УФ-опромінювачів для знезараження повітря. Тому в даному розділі також описано які є бактерицидні УФ-системи для знезараження повітря і поверхонь, їх згубний вплив на мікроорганізми, та як правильно їх використовувати.

Потрібно також звернути увагу, як розробникам також і споживачам, що використання ультрафіолетових опромінювачів вимагає строгого виконання заходів безпеки, що виключають можливий шкідливий вплив на людину ультрафіолетового бактерицидного випромінювання, озону і парів ртуті.



## РОЗДІЛ 2.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Характеристика об'єктів дослідження

Об'єктом дослідження магістерської роботи є ультрафіолетові пристрої для знезараження повітря, що використовують лампи низького тиску, різних виробників, продукція яких представлена на ринку України. Увагу в роботі приділено новим постачальникам продукції на ринку України, а саме виробникам із Китаю. Однією із провідних фірм виробництва продукції є підприємство Jiangyin Feiyang Instrument Co. Ltd. (Китай).

Ультрафіолетові опромінювачі для зневаження повітря поділяються на три групи - відкриті (настінні, підлогові та стельові), закриті та комбіновані. У відкритих опромінювачах бактерицидний потік від лампи та відбивача охоплює широку зону в просторі, аж до тілесного кута  $4\pi$ . У відкритих комбінованих опромінювачах є поворотний екран (відбивач), який направляє потік випромінювання в необхідну зону простору. В даному випадку знезараження здійснюється прямим та відбитим УФ випромінюванням. Опромінювальні установки відкритого типу можна використовувати тільки у відсутності людей [2].

В закритих опромінювачах (рециркуляторах) бактерицидний потік від лампи розподіляється в обмеженому просторі і не має виходу на зовні. Знезараження повітря здійснюється в процесі його проходження через рециркулятор. Закриті опромінювачі (рециркулятори) призначені для знезараження повітря виробничих приміщень, приміщень громадського харчування, торгівлі та інші, де потрібно підтримувати чистоту повітря.

Об'єктом дослідження в даній роботі є пристрій для знезараження повітря закритого типу (рециркулятор), який відрізняється від аналогів своїми конструктивними особливостями та технічними характеристиками. Також об'єктом дослідження є бактерицидні лампи низького тиску із

кварцового та увіолевого скла, якими комплектуються пристрої для знезараження. Результати дослідження і відповідні технічні характеристики представлені в розділі 3 даної роботи.

Для встановлення особливостей запропонованого пристрою, який досліджено в даній роботі нами розглянуто ряд відомих пристроїв аналогічного призначення для знезараження повітря.

Відомі пристрої для знезараження повітря, що містять корпус із вхідними та вихідними вікнами, в якому розміщуються джерело ультрафіолетового опромінювання та вентилятор [патент РФ 2080285, кл. С 01 В 13/10, 1997; авт. свід. СССР 1210839, кл. А 61 L9/20, 1986]. При цьому в якості джерела ультрафіолетового опромінювання використовують бактерицидні газорозрядні ртутно-кварцові лампи низького тиску.

Проте вказані конструктивні рішення не забезпечують достатньої ефективності знезараження приміщень в силу нерівномірної обробки циркулюючого повітряного потоку і не допускають, як правило, знаходження людей в приміщеннях із-за наявності в повітрі озону, що утворюється під дією ультрафіолетового випромінювання при роботі бактерицидної лампи [8].

Відомий також пристрій для знезараження повітря [патент РФ 2153886, кл. А 61 L 9/20, 1999], що містить корпус із вхідними і вихідним вікнами, в якому встановлений вентилятор з джерелом ультрафіолетового опромінювання. Корпус оснащений екранами у вигляді лабіринтно розташованих перегородок, стінки корпусу з внутрішньої сторони мають комбіноване покриття із звукопоглинаючого шару, і відбиваючого екрану із алюмінієвої фольги. Джерелом ультрафіолетового випромінювання виступають одна або декілька поздовжньо встановлених «безоозонових» ртутних ламп низького тиску з внутрішнім покриттям, яке поглинає озоновий спектр 150-185 нм.

Недоліком даного технічного рішення є зниження бактерицидної ефективності за рахунок розміщених поперечно повітряному потоку

лабіринтних перегородок, а також неефективності використання бактерицидного потоку завдяки розміщенню джерел ультрафіолетового опромінювання вздовж стінок камери опромінювання.

Основною метою запропонованого технічного рішення є підвищення ефективності бактерицидного знезараження повітря та відсутність утворення озону для забезпечення сприятливих умов перебування в приміщеннях. Проте досягнення цієї мети супроводжується, як правило, ускладненням конструкції без отримання ефективності знезараження [38].

Мета дипломної роботи полягає в наступному - запропонувати пристрій, який підвищить ефективність бактерицидного знезараження повітря за рахунок оптимального вибору конструкції та необхідної дози ультрафіолетового опромінення.

Запропонований пристрій бактерицидного знезараження повітря (рис.2.1) містить циліндричний корпус із вхідним і вихідним отворами, в якому встановлено вентилятор.



Рисунок 2.1. Пристрій бактерицидного знезараження повітря закритого типу

Утворена таким чином камера опромінювання додатково на вході і виході комплектується направляючими жалюзіями, які дають можливість захистити приміщення від ультрафіолетових променів. В камері опромінювання, поздовжньо до камери обов'язково по центру,

розміщається джерело ультрафіолетового опромінювання – «безозонова» ртутна лампа низького тиску, що поглинає озоновий спектр в діапазоні довжин хвиль 150-185 нм. Внутрішні стінки камери опромінювання виготовлені із полірованої нержавіючої сталі або алюмінію, що дає можливість підвищити ефективність використання бактерицидного потоку за рахунок коефіцієнта відбивання, який знаходиться в межах 0,85-0,95 [27].

Технологія використання запропонованого пристрою для бактерицидного знезараження повітря полягає в наступному: повітря, що забирається з приміщення, через вхідний отвір подається вентилятором в камеру опромінювання, де під дією безозонового ультрафіолетового опромінювання знезаражується і через вихідний отвір поступає в приміщення, забезпечуючи при цьому постійну рециркуляцію. \

## **2.2. Характеристика методів розрахунку УФ-опромінювачів для знезараження повітря та поверхонь**

Однією з головних цілей, що стоять перед суспільством є збереження і зміцнення здоров'я населення. До числа найважливіших чинників охорони здоров'я відноситься забезпечення населення безпечними умовами життя. У зв'язку з цим знезараження є одним з найважливіших заходів щодо забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення [6].

Запобігання розповсюдження захворювань що передаються повітряно-крапельним шляхом - завдання знезараження повітря. Показник захворюваності, обумовлений мікробіологічними забрудненням атмосферного повітря, продовжує залишатися на високому рівні. Особливо актуально це для місць великого скупчення людей і критично погано вентильованих приміщень, а також там, де значна частка повітря піддається рециркуляції.

Поширення мікроорганізмів через контакт із забрудненою поверхнею актуально для медичних установ, ветеринарних клінік, харчового

виробництва (при зберіганні та виробництві продукту), у промисловості по утилізації відходів, там, де пред'являються жорсткі вимоги до санітарної чистоти [2].

Ефект бактерицидного впливу ультрафіолету був відкритий більше 100 років тому. Сучасні технології дозволяють з високою ефективністю перетворювати електричну енергію в бактерицидний ультрафіолет і цілеспрямовано використовувати для знезараження.

УФ опромінення вдало поєднує в собі високу ефективність впливу на різні мікроорганізми, відсутність побічних продуктів і безпеку експлуатації. Тому популярність методу УФ опромінення для знезараження води, повітря та поверхонь постійно зростає [52].

Ультрафіолетовий опромінювач (УФО) - це пристрій, що містить в якості джерела випромінювання бактерицидну лампу і призначений для знезараження повітряного середовища, різних рідин або поверхонь в приміщенні.

Залежно від конструкції і умов експлуатації розрізняють бактерицидні опромінювачі наступних типів марки - настінний (ОБН), побутовий (ОБП), стельовий (ОБС), опромінювач-рециркулятор (ОБР) і т.д.

УФО складається з корпусу, на якому встановлені бактерицидна лампа, ПРА, відбивач, пристосування для кріплення і монтажу.

Конструкція УФО повинна забезпечувати дотримання умов електричної, пожежної і механічної безпеки, а також інших вимог, що виключають шкідливий вплив на навколишнє середовище або людину [16].

За конструктивним виконанням вони можуть бути відкритого типу, закритого типу і комбінованими. УФО відкритого типу призначені для опромінення повітряного середовища і поверхонь в приміщеннях прямим бактерицидним потоком у відсутність людей шляхом перерозподілу випромінювання лампи усередині великих тілесних кутів аж до  $4\pi$  [21].

Ультрафіолетовий опромінювач закритого типу призначений для опромінення повітря і поверхонь в приміщеннях прямим і відбитим

бактерицидним потоком як у відсутності, так і в присутності людей, відбивач якого повинен направляти бактерицидний потік лампи у верхню півсферу так, щоб ніяких променів, як безпосередньо від лампи, так і відбитих від частин опромінювача, не прямувало під кутом, меншим  $5^\circ$  нагору від горизонтальної площини, що проходить через лампу [53].

Бактерицидні опромінювачі комбінованого типу поєднують в собі функції УФО відкритого і закритого типів. Вони мають різні лампи, що включаються окремо для прямого і відбитого опромінення або рухомий відбивач, що дозволяє використовувати бактерицидний потік для прямого (у відсутність людей) або для відбитого (в присутності людей) опромінення приміщення.

Одним з типів закритого УФО є рециркулятори, призначені для знезараження повітря шляхом його проходження через закриту камеру, внутрішній об'єм якої опромінюється випромінюванням бактерицидних ламп.

Швидкість проходження повітряного потоку забезпечується або природною конвекцією, або примусово за допомогою вентилятора. Пересувні УФО, як правило, є опромінювачами відкритого типу [23].

Бактерицидні опромінювачі мають ряд параметрів і характеристик, які дозволяють оцінити їх споживчі властивості і визначити найбільш ефективну область застосування. До таких належать:

- спектральний розподіл щільності потоку випромінювання або сили випромінювання у відносних або абсолютних одиницях;
- інтегральне значення бактерицидного потоку або сили випромінювання в певному спектральному діапазоні в енергетичних одиницях;
- просторовий розподіл сили випромінювання в подовжній і поперечній площинах;
- потужність, струм і напруга на лампі;
- напруга мережі;

- корисний термін служби - сумарний час горіння до зниження за встановлені межі основних параметрів, що визначають доцільність використання лампи (наприклад, спад потоку випромінювання нижче 50% від початкового значення);
- екологічна безпека - наявність у спектрі випромінювання одно утворюючих спектральних ліній і можливість виділення токсичних речовин в навколишнє середовище при руйнуванні колби лампи.

Знезараження з використанням бактерицидних ламп є досить енергоємним процесом, тому вибір тієї чи іншої опромінювальної установки, за інших рівних умов, повинен бути економічно виправданим. Це може бути виявлено при проведенні кількох варіантів розрахунку. Спочатку розглянемо методи розрахунку УФ опромінювачів для знезараження поверхонь та повітря [10].

Метою розрахунку є задоволення заданим вимогам тобто забезпечення рівня бактерицидної ефективності за певний час опромінення в повітряному середовищі і на поверхні підлоги приміщень, а також повітряного потоку в каналах вентиляції за допомогою промислових бактерицидних ламп та опромінювачів.

Порядок розрахунку складається з трьох етапів:

I етап - постановка задачі. Цей етап включає формулювання вимог до знезараження повітряного середовища приміщення з об'ємом  $V$  і висотою  $h$  або поверхні площею  $S$ , зараженої певним видом мікроорганізму або видами мікроорганізмів, а також вибір режиму опромінення в залежності від характеру проведених робіт у приміщенні.

II етап - визначення вихідних даних для розрахунку. На цьому етапі відповідно до постанови завданням вибирається тип опромінювача, а також визначаються необхідні параметри і значення дози, відповідної заданого рівня бактерицидної ефективності і виду мікроорганізму для проведення розрахунку.

III етап - проведення розрахунку залежно від поставленої задачі з використанням формул і номограм, які наводяться нижче.

Аналіз конструктивних рішень різних закритих УФО показує, що всі вони володіють загальними характеристиками, параметрами та їх взаємозв'язками, тобто вони є подібними.

Це дозволяє запропонувати узагальнену фізичну модель процесу знезараження повітря в закритому УФО.

До основних фізичних величин моделі можна віднести обмежений обсяг камери, в якій відбувається знезараження повітря, сумарний бактерицидний потік ламп, коефіцієнт використання бактерицидного потоку ламп, витрата повітря яке прокачується через камеру, об'ємна середня щільність енергії бактерицидного випромінювання в камері, бактерицидна ефективність у об'ємі камери, коефіцієнт відбивання ультрафіолетового бактерицидного випромінювання внутрішньою поверхнею камери [54].

При побудові математичної моделі закритого УФО необхідно врахувати складність реальних процесів знезараження повітря, що вимагає ухвалення низки грубих допущень для ідеалізації моделі і спрощення отримання розрахункового рівняння, що зв'язує мікробіологічні та випромінювальні параметри з конструктивними характеристиками опромінювача. Необхідно, щоб отримані розбіжності результатів розрахунку і експериментальних даних знаходилися в розумних межах (не більше 20%).

Одним з найважливіших параметрів УФО є його бактерицидна продуктивність ( $Пр_{бк}$ ,  $м^3/ч$ ). Для побудови математичної моделі УФО приймаються такі умови і допущення:

- Камера має форму прямокутного паралелепіпеда, обсяг якого дорівнює фактичним обсягом камери  $V_k$  ( $м^3$ ), незалежно від конструктивного оформлення камери.
- Час опромінення повітряного потоку повітря в камері:



$$t_k = V_k 3600 / Pr_{вк}, (с) \quad (2.1)$$

де  $Pr_{вк}$  ( $м^3/год$ ) - продуктивність вентилятора або продуктивність припливно-витяжної вентиляції.

- Середня об'ємна щільність енергії бактерицидного випромінювання (об'ємна експозиція або доза) в опроміненій зоні виражається як показано у формулі:

$$H_v = N_{л} F_{л} K_{ф} K_0 K_c t_k / V_r (Дж / м^3) \quad (2.2)$$

де  $N_{л}$  – кількість ламп в УФО;

$F_{л}$  – бактерицидний потік лампи, Вт;

$K_{ф}$  - коефіцієнт використання бактерицидного потоку ламп, що враховує їх взаємне екранування.

У УФО при розташуванні ламп в повітряному потоці він знаходиться в межах 0,4-0,5, якщо не в потоці, то 0,7-0,8;  $K_0$  - коефіцієнт багаторазових відбиттів бактерицидного потоку від внутрішніх поверхонь камери с коефіцієнтом відображення  $p_{відб}$  для ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 253,7 нм, що визначається за формулою:

$$K_0 = 1 / (1 - 0,6 p_{відб}) \quad (2.3)$$

Ця емпірична формула була отримана за результатами експериментальних даних для незамкненої камери, що має вхідний і вихідний вентиляційні отвори для проходження повітряного;  $K_c = (0,7 - 0,8)$  – коефіцієнт, що враховує спад бактерицидного потоку до кінця терміну служби лампи [55].

Бактерицидна ефективність  $J_{\text{бк}}$  при опроміненні повітряного потоку в камері вважається рівною 99,9% для санітарно-показового мікроорганізму *S. aureus* (золотистий стафілокок). При цьому табличне значення об'ємної експозиції  $H_T = 385, \text{ Дж/м}^3$  обчислюється за допомогою формули і константи фоточутливості  $\sigma_v = 0,0179$ .

Зробивши відповідні перетворення і підстановки в формулах, отримаємо остаточно формулу для бактерицидної продуктивності  $Pr_{\text{бк}}$  рівняння математичної моделі закритого опромінювача:

$$Pr_{\text{бк}} = V_k 3600 / t_k = N_l F_l K_\phi K_0 k_c \sigma_v 3600 / (-\ln(1 - J_{\text{бк}} 10^{-2})), (\text{м}^3 / \text{год}) \quad (2.4)$$

З формули (2.5) отримаємо, в свою чергу, вираз для бактерицидної ефективності:

$$J_{\text{бк}} = (1 - \exp(-N_l F_l K_\phi K_0 k_c \sigma_v 3600 / Pr_{\text{бк}})) \cdot 100, \% \quad (2.5)$$

При сталості  $Pr_{\text{бк}}$  і інших параметрів УФО, воно відповідає рівнянню безперервності повітряного потоку в камері:

$$Pr_{\text{бк}} = \text{const} = v S 3600 = L S 3600 / t_k, (\text{м}^3 / \text{год}) \quad (2.6)$$

де,  $S$  – площа перерізу камери,  $\text{м}^2$ ;  $v$  – швидкість повітряного потоку в камері  $\text{м/с}$ ;  $L$  – довжина камери,  $\text{м}$ .

Відповідно до рівняння безперервності (2.7) через перетин повітря з більшої площі до меншої площі повітряний потік рухається з більшою швидкістю і навпаки, при цьому об'ємна доза  $H_v$  в зоні опромінення залишається незмінною і відповідно бактерицидна ефективність. Тому з допомогою цієї формули можна вибрати габарити камери.

Зі сказаного випливає, що рівняння (2.5) є адекватним і задовольняє основній вимозі до моделі – здатності передбачати варіанти конструкторських рішень із заданими параметрами.

Конструктивні внутрішні елементи закритого УФО надають певний опір повітряному потоку, у тому числі й фільтр, встановлений на вихідному вікні. У завдання фільтра входить не пропускати назовні ультрафіолетове випромінювання ламп, але при цьому надавати малий гідравлічний опір повітряному потоку. Ступінь гідравлічного опору фільтру в основному залежить від конфігурації його елементів. Найбільший опір чинить плоска пластина, розташована поперек потоку, найменше - елементи обтічної форми. Це враховується сумарним коефіцієнтом місцевого опору ( $\mu$ ), оціночне значення якого обчислюється за емпіричною формулою:

$$\mu = 5,9 \exp(-0,767 S^{0,5}) g \quad (2.7)$$

де,  $S \leq 1 \text{ м}^2$  – площа перерізу камери;  $g$  – експериментальний коефіцієнт. Для плоскої пластини дорівнює 1,11, для елемента обтічної форми дорівнює 0,35.

При цьому співвідношення між продуктивністю вентилятора або продуктивністю припливно-витяжної вентиляції ( $Pr_{\text{в}}$ ) і бактерицидної продуктивністю ( $Pr_{\text{бк}}$ ) визначається за формулою:

$$Pr_{\text{в}} = \mu Pr_{\text{бк}} \quad (2.8)$$

Одним з важливих показників УФО – його енергетична ефективність. Енерговитрати на знезараження одного кубометра повітря розраховуються за формулою:

$$P_0 = P_0 3600 / Pr_{\text{бк}} = (N_{\text{л}} (P_{\text{л}} + P_{\text{с}}) + P_{\text{с}}) 3600 / Pr_{\text{бк}}, (\text{Дж} / \text{м}^3) \quad (2.9)$$

де  $P_0$  – електрична потужність опромінювача, Вт;  $P_{\text{л}}$  – потужність лампи, Вт;  $P_{\text{б}}$  – потужність втрат ПРА для лампи, Вт;  $P_{\text{в}}$  – потужність вентилятора, Вт.

### 2.3. Методика вимірювання УФ-випромінювання

Методика виконання вимірювань (далі - методика) параметрів ультрафіолетового (далі - УФ) випромінювання в областях А (від 400 нм до 315 нм), В (від 315 нм до 285 нм), С (від 285 нм до 200 нм) придатна для наступних випадків [56]:

- при проведенні контролю параметрів джерел УФ випромінювання медичного призначення, яке використовується для створення малих рівнів УФ освітленості і яке впливає на людину в лікувальних цілях;
- при проведенні контролю параметрів джерел УФ випромінювання бактерицидного призначення, які використовуються для створення інтенсивного потоку УФ випромінювання, що застосовується для дезінфекції приміщень, стерилізації води і т.д.;
- при проведенні контролю параметрів джерел УФ випромінювання, що використовуються в соляріях призначених для компенсації нестачі УФ випромінювання, а також для швидкої і безпечної засмаги;
- при проведенні контролю параметрів інших джерел УФ випромінювання, що мають вплив на людський організм [57, <sup>58</sup>].

Метою виконання вимірювань є контроль вихідних параметрів джерел УФ випромінювання.

Вимірювання параметрів джерел УФ випромінювання проводяться методом вимірювання енергетичної освітленості в областях А, В, С і, у разі потреби, розрахунку по отриманим даним енергетичної сили випромінювання джерел в областях А, В, С, або енергетичної дози випромінювання в областях А, В, С.

При проведенні вимірювань застосовуються засоби вимірювальної техніки і іспитове устаткування, зазначені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Засоби вимірювальної техніки та випробувальне устаткування

п/п	Найменування засобів вимірювальної техніки	Метрологічні характеристики	
		Діапазон вимірювань	Границя основної похибки
1	Радіометр енергетичної освітленості ультрафіолетового діапазону (Тензор-31)	$(10^{-4} - 2 \cdot 10^2) \text{ Вт/м}^2$ від 200 нм до 400 нм	$\Delta = \pm 10 \%$
2	Рулетка	5 м	ц. п. 1 мм
3	Секундомір	Від 0 с до 30 хв.	$\Delta = \pm 0,1 \text{ с}$

При проведенні вимірювань можливо застосовування будь-яких радіометрів енергетичної освітленості, метрологічні характеристики яких не гірші за вказані у таблиці 2.1.

Засоби вимірювальної техніки, що застосовуються, повинні бути повірені або пройти державну метрологічну атестацію.

При проведенні вимірювань повинні дотримуватися такі умови:

- 1) температура навколишнього повітря від  $10^\circ\text{C}$  до  $35^\circ\text{C}$ ;
- 2) атмосферний тиск від 84,0 кПа до 106,7 кПа (від 630 мм рт. ст. до 800 мм рт. ст.) ;
- 3) вологість повітря від 40 % до 80 %;

При проведенні випробувань необхідно дотримуватись вимог безпеки [59, 60].

При проведенні вимірювань за даною методикою повинні дотримуватися вимог ДНАОП 0.00-1.21-98.

Якщо загальна поверхня незахищених ділянок шкіри вимірювача не більше ніж  $0,2 \text{ м}^2$ , тривалість періоду опромінення до 5 хвилин, тривалість пауз між ними не менше ніж 60 хвилин, то при цьому енергетична освітленість в місці проведення вимірювань не повинна перевищувати: для області А (400 нм - 315 нм) -  $50 \text{ Вт/ м}^2$ ; для області В (315 нм - 280 нм) -  $0,05 \text{ Вт/ м}^2$ ; для області С (280 нм - 200 нм) -  $0,001 \text{ Вт/ м}^2$  [52].

У противному випадку слід припинити вимірювання і забезпечити додатковий захист персоналу від УФ-випромінювання. Вимірювання проводити в захисних окулярах.

Вмикання і вимикання джерел УФ випромінювання повинно здійснюватися персоналом, що має право роботи з цими джерелами.

Наявність сторонніх людей при проведенні вимірювань допускається тільки при особистому спостереженні керівника робіт за їхніми діями.

Співробітникам, що роблять вимірювання, забороняється залишати робоче місце до кінця вимірювань без дозволу керівника робіт.

Забороняється робота з устаткуванням у приміщеннях, умови навколишнього середовища в яких не відповідають розділу 5 даної методики.

Перед проведенням вимірювань необхідно переконатися в справності джерела УФ випромінювання. По експлуатаційних документах встановити тип і повне найменування джерела. Необхідно перевірити працездатність радіометра відповідно до його експлуатаційних документів [56].

Забезпечити надійне відтворюване встановлення радіометра, що дозволяє не змінювати його положення при установці фільтрів і вимірюванні відстані від нього до джерела. Радіометр повинен бути орієнтований на джерело УФ-випромінювання. Підготувати радіометр для роботи в діапазоні, у якому очікується максимальна освітленість.

Прогріти джерела УФ випромінювання (якщо це передбачено їхньою технічною документацією) і засоби вимірювальної техніки, що застосовуються, на протязі часу, що зазначений в їхніх експлуатаційних

документах. При прогріві джерел, УФ випромінювання не повинно попадати на оператора.

Виміряти освітленість в діапазоні, у якому очікується максимальна освітленість, за скороченою методикою (без використання фільтрів і введення поправок).

Проконтролювати освітленість за скороченою методикою (без використання фільтрів і введення поправок), переконатися в стабільності показів. Час спостереження - не менше ніж 5 хвилин [61].

Проконтролювати можливість застосування радіометра для роботи з вимірюваним джерелом УФ-випромінювання відповідно до РМГ 69, РМГ 70 і РМГ 71. Для цього в кожній з областей А, В, С варто виміряти сигнал від джерела без додаткових фільтрів, потім виміряти сигнал від радіометра з додатковими фільтрами. Якщо перший сигнал буде складати більш ніж 5% від другого сигналу, радіометр до роботи з даним джерелом непридатний. Фільтри з кольорового скла по РМГ 69, РМГ 70 і РМГ 71 можуть бути замінені фільтрами з комплекту радіометра. Контроль роботи радіометра з вимірюваним джерелом можна замінити контролем роботи радіометра з побутовою лампою розжарювання, що істотно підвищує якість перевірки характеристик радіометра.

Вимірювання енергетичної освітленості проводиться з метою визначити вплив УФ випромінювання на об'єкт, що знаходиться в місці вимірювання. При вимірюванні енергетичної освітленості виконати наступні дії:

Зафіксувати покази радіометра в областях А, В, С без додаткових фільтрів і з додатковими фільтрами.

У разі потреби (наприклад, для соляріїв), повторити дії у декількох точках. Зафіксувати розташування точок вимірювання, вказавши їх відносно характерних точок апаратури. Розташування точок вимірювання слід погодити з персоналом, що проводить експлуатацію джерела.

Виключити джерело і радіометр відповідно до правил, викладених в експлуатаційних документах.

Вимірювання дози енергетичної освітленості проводиться з метою визначити вплив УФ випромінювання на об'єкт, що знаходиться в місці вимірювання і піддається впливу УФ випромінювання обмежений час. Розрізняють вимірювання дози УФ випромінювання від джерел з постійним рівнем випромінювання і від джерел з рівнем випромінювання, що змінюється [62].

Доза, одержувана від джерел з постійним рівнем випромінювання, залежить від часу перебування об'єкта в зоні опромінення, тому час перебування не вимірюється, а тільки вказується. При вимірюванні дози енергетичної освітленості від джерел з постійним рівнем випромінювання виконати наступні дії:

Зафіксувати покази радіометра в областях А, В, С без додаткових фільтрів, а потім і з додатковими фільтрами [63].

Доза, одержувана від джерел з рівнем випромінювання, що змінюється, залежить від часу перебування об'єкта в зоні опромінення і режиму роботи джерела. При вимірюванні дози енергетичної освітленості від джерел з рівнем випромінювання, що змінюється, виконати наступні дії:

За допомогою обслуговуючого персоналу з'ясувати відрізок часу, протягом якого варто визначити дозу. Початок відрізка часу повинен бути визначений відносно характерних подій, наприклад, відносно вмикання джерела або відносно розміщення об'єкта в зоні опромінення [64].

Зафіксувати покази радіометра без насадки в області А через рівні проміжки за час, протягом якого необхідно визначити дозу. Число вимірювань, що рекомендується, - від 10 до 20 за зазначений час. Мінімальний проміжок між вимірюваннями повинен бути більше часу встановлення показів приладу. Зафіксувати час вимірювань відносно характерної події.



Зафіксувати покази радіометра з насадкою в області А в такі ж моменти часу.

Повторити дії для областей В і С [56].

Виключити джерело і радіометр відповідно до правил, що викладені в експлуатаційних документах.

Вимірювання енергетичної сили випромінювання джерела роблять з метою одержання характеристики джерела УФ-випромінювання.

Для вимірювання максимальної енергетичної сили випромінювання джерела встановити радіометр у площині симетрії джерела на відстані, що не менше ніж у два рази перевищує максимальний розмір джерела. Відстань, що рекомендується - 5 максимальних розмірів джерела. Виміряти відстань від центра джерела до радіометра, результат записати до протоколу вимірювань.

Зафіксувати покази радіометра в областях А, В, С без додаткових фільтрів і з додатковими фільтрами.

Для вимірювання просторового розподілу енергетичної сили випромінювання джерела з'ясувати у персоналу напрямки, в яких слід провести вимірювання. Зафіксувати покази радіометра в областях А, В, С без додаткових фільтрів і з додатковими фільтрами для кожного напрямку [56].

Ввести в результати вимірювань поправки, які обумовлені розходженням умов при градуюванні радіометра і проведенні вимірювань. Розрахувати для кожного джерела величину енергетичної освітленості за отриманими результатами вимірювань, відповідно до правил, зазначених в Додатку В даної методики, або в експлуатаційних документах радіометра.

Після проведення випробувань, лампи підлягають утилізації [65].

## **Висновки до розділу**

В даному розділі наведена характеристика об'єкту дослідження. Об'єктом дослідження в даній роботі є пристрій закритого типу (рециркулятор) для знезараження повітря, який відрізняється від аналогів своїми конструктивними особливостями та технічними характеристиками. Також об'єктом дослідження є бактерицидні лампи низького тиску із кварцового та увіолевого скла, якими комплектуються пристрої для знезараження.

Описані методи та порядок етапів розрахунку УФ-опромінювачів для знезараження повітря та поверхонь. Метою розрахунку є задоволення заданим вимогам тобто забезпечення рівня бактерицидної ефективності за певний час опромінення в повітряному середовищі і на поверхні підлоги приміщень, а також повітряного потоку в каналах вентиляції за допомогою бактерицидних ламп та опромінювачів. Також описана методика проведення вимірювань УФ-випромінювання.

## РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 3.1. Ідентифікація УФ-ламп бактерицидної дії

Термін “ідентифікація” (з латинського – ототожнювати) визначається як ототожнення, порівняння чого з чимось. При ідентифікації товарів встановлюється збіжність досліджуваних товарів аналогам, які мають ту ж сукупність споживчих властивостей чи опису товарів на маркуванні, товаросупровідних та нормативних документах [66].

Ідентифікації притаманні такі функції [67]:

- показова, яка ототожнює представлений зразок товару з конкретним найменуванням, гатунком, маркою, типом, а також товарною партією;
- інформаційна, яка доводить інформацію до суб'єктів ринкових відносин;
- підтверджувальна відповідність асортиментної характеристики товару інформації, яку зазначено на маркуванні та/чи в товаросупровідних документах, тобто справжність товару;
- управлінська, яка є одним з елементів системи якості товару.

Існують загальні правила маркування товарів, але в деяких випадках доводиться відступати від них по окремих позиціях в інтересах покупців. Звичайно маркування товарів та пакування містить основні, додаткові та інформаційні надписи, маніпуляційні знаки по вантаженню, перевезенню, а також додаткові вказівки, які характеризують країну-виробника. Залежно від місця нанесення розрізняють маркування виробниче й торговельне.

До маркування висуваються загальні для товарної інформації та специфічні для маркування вимоги. Загальні вимоги регламентуються законом “Про захист прав споживачів” та включають найважливіші з них, які звичайно називаються вимогами “трьох Д” - достовірність, доступність та достатність.

Специфічні вимоги для маркування [68]:

- чіткість тексту та ілюстрацій;
- наочність;
- однозначність тексту, його відповідність споживчим властивостям товару;
- наведені на маркуванні відомості не повинні вводити покупця й споживача в оману щодо кількості, якості, виробника, країни походження;
- для маркування слід використовувати незмивні, стійкі до впливу зовнішнього середовища фарби, які дозволені органами Держсанепідемслужби [69].

Наглядним прикладом буде служити ідентифікація ламп по ГОСТу 25834-83 «Лампы электрические. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение».

Маркування має містити:

- Товарний знак підприємства-виробника;
- Умовне позначення лампи або технічні дані, що входять в позначення (напруга в вольтах, потужність у ватах, сила електричного струму в амперах, сила світла в канделах);
- Дату виготовлення (квартал, рік);
- Дані для правильної та безпечної експлуатації ламп (при необхідності).

Допускається в нормативно-технічній документації (НТД) на лампи конкретних типів вказувати додаткові реквізити маркування.

Маркування повинна наноситися безпосередньо на лампу (цоколь або колбу). Допускається на лампі діаметром колби менше 7 мм позначення не наносити: всі дані про лампу вказують на етикетці або паспорті. Допускається на лампі з цоколями E10/13, M10/19 13, B9S/14, BA9S/14 по ГОСТ 17100 дату виготовлення не наносити, а вказати її на етикетці або паспорті.

Маркування на лампу слід наносити одним з таких способів:

- тисненням;
- травленням;
- штампом (фарбою або маркувальної мастикию).

Транспортне маркування - за ГОСТ 14192 з нанесенням маніпуляційних знаків: "Крихке, обережно!", "Берегти від вологи", "Верх" (при необхідності).

На ящик з лампами повинна бути наклеєна етикетка з ГОСТ 2.601-2013, що містить такі дані:

- товарний знак або найменування підприємства-виробника;
- умовне позначення ламп або технічні дані;
- найменування лампи;
- тип цоколя (при необхідності);
- позначення НТД;
- клеймо відділу технічного контролю;
- кількість ламп в одній упаковці;
- дату виготовлення ламп, код ОКП;
- інші додаткові відомості, при необхідності.

Маркування на етикетку слід наносити одним з таких способів:

- друкарським;
- штампом або від руки (чорної незмивною пастою або фарбою).

Вимоги до упаковки - по ГОСТ 23216. Лампи повинні бути упаковані в споживчу (індивідуальну або групову) тару, виготовлену за НТД, і укладені в транспортну тару: ящики, виготовлені за ГОСТ 5884, ГОСТ 21575, а також по НТД або кресленнях на ящики для ламп конкретних типів, розроблені відповідно до ГОСТ 9142, ГОСТ 5959 і ГОСТ 2991. Транспортна тара повинна забезпечувати збереження ламп при транспортуванні. Допускається за узгодженням зі споживачем упаковка ламп в ящики з ґратами з гофрованого картону, що оберігають лампи від взаємного зіткнення. При багаторядної укладанні ламп ящики повинні бути забезпечені прокладками з картону.

Допускається при пакуванні зазори між лампами і стінками ящика ущільнювати будь-яким допоміжним пакувальним засобом (крім стружки).

Ящики з картону повинні бути обклеєні клейовою стрічкою марки В за ГОСТ 18251 або паперовою стрічкою за технічними показниками не нижче паперу-основи для клейової стрічки марки В ГОСТ 10459 шириною 70-100 мм із застосуванням рідкого натрієвого скла за ГОСТ 13078.

Допускається застосовувати інші види клеїв для обклеювання ящиків, що забезпечують необхідну міцність упаковки.

Кінці стрічки повинні заходити на прилеглі до заклеюємо шву стінки ящика не менш ніж на 50 мм. Допускається обклеювати ящики стрічкою по всіх швах, включаючи і вертикальні, для забезпечення герметичності упаковки ламп. При механізованому способі обклеювання ящиків допускається застосовувати інші методи обклеювання за умови забезпечення необхідної міцності упаковки ящика.

Маса вантажного місця не повинна перевищувати 15 кг.

Маркування та пакування ламп. На лампу повинні бути міцно та чітко нанесені:

- Товарний знак виробника;
- Умовне позначення лампи;
- Дата виготовлення (квартал, дві останні цифри року);
- Для ламп, що поставляються на експорт - слова «Виготовлено в Україні» або тієї ж мовою, зазначеним в договорі (контракті) на поставку ламп.

Допускається наклеювання маркувальної етикетки, що містить данні відповідно до п.2.3.1 по ГОСТу 25834-83 «Лампы электрические. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение» на частину колби лампи в районі цоколя.

Кожна лампа повинна бути упакована в окрему манжету (закриту з торців) з двошарового гофрованого картону за ГОСТ 7376 або аналогічного матеріалу згідно з чинною НД. У зв'язку з немасовістю споживання ламп

транспортна їх упаковка в залежності від обсягу продаж узгоджується з кожним конкретним споживачем. Маркування транспортної тари повинно бути виконано відповідно ГОСТ 14192 з нанесенням маніпуляційних знаків «Крихке. Обережно» і «Берегти від вологи».

На ящик наклеюється ЕТИКЕТКА відповідно до ГОСТ 2.601, на яку наносяться:

- товарний знак підприємства-виробника;
- найменування та адресу підприємства-виробника;
- найменування та умовно Позначення ламп;
- позначення технічних умов;
- кількість ламп;
- дата виготовлення;
- номер бригади;
- зображення знаку, яке вказує, що лампи мають підвищений рівень УФ-випромінювання;
- штриховий код (при його наявності);
- штамп ВТК.

У комплект поставки повинен входити паспорт за ГОСТ 2.601. При роздрібному продажі паспорт повинен додаватися до кожної окремо купленої лампи. Для ламп, що відправляються на експорт, паспорт повинен бути віддрукований на тій мові, яка зазначена в договорі на поставку. Допускається в ящик з лампами вкладати супровідні та експлуатаційні документи. При пакетуванні ящиків з лампами повинні застосовуватися піддони згідно НТД, плоскі піддони за ГОСТ 9557. Засоби скріплення ящиків в транспортних пакетах, сформованих на плоских піддонах, - по ГОСТ 21650. Маса і габаритні розміри пакетів повинні відповідати вимогам ГОСТ 24597.

Допускається в НТД на лампи конкретних типів встановлювати інші види транспортної тари, що забезпечують збереження продукції при транспортуванні.

Транспортування. Лампи перевозять будь-яким видом транспорту відповідно до діючих на кожному виді транспорту правилами перевезення вантажів. Транспортування ламп по залізниці роблять у критих вагонах вагонними відправками або контейнерами з повним використанням їх місткості. При транспортуванні ламп автомобільним транспортом повинні використовуватися закриті автомашини або контейнери.

При транспортуванні ламп водними видами транспорту повинні використовуватися контейнери. Допускається виробляти транспортування ламп дрібними відправками при їх упаковці в ящики по ГОСТ 2991.

Умови транспортування ламп в частині впливу механічних факторів повинні відповідати умовам транспортування по ГОСТ 23216.

Умови транспортування ламп в частині впливу кліматичних факторів повинні відповідати групам умов зберігання 3 (ЖЗ), 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

Умови транспортування в частині впливу кліматичних факторів не поширюються на лампи, призначені для спеціальних цілей. При транспортуванні висота штабеля не повинна перевищувати 2,7 м.

Зберігання. Лампи повинні зберігатися в транспортній тарі в приміщеннях, захищених від хімічно агресивних середовищ. Умови зберігання ламп в частині впливу кліматичних факторів повинні відповідати групам умов зберігання 1 (Л), 2 (С) по ГОСТ 15150. Умови, місця і організація зберігання ламп не поширюються на лампи, призначені для спеціальних цілей.

При укладанні ящиків з лампами в штабелі висота не повинна бути більше 2,7 м. Ящики з лампами повинні укладатися на піддони, стелажі або настили так, щоб мінімальна відстань від підлоги і зовнішніх стін було не менше 0,12 м. Забороняється розміщувати на картонних ящиках з лампами інші види вантажів.



### **3.2. Дослідження джерел ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження**

У світовій практиці поряд з використанням традиційних методів дезінфекції все більше застосування знаходить метод дезінфекції ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням. Широке визнання УФ-методу пояснюється чітким розумінням технології та регламенту її використання, а також підвищенням надійності і економічності промислового УФ-устаткування. УФ-випромінювання з бактерицидного діапазону 205-315 нм завжди справляє бактерицидну дію, яке полягає в поглинанні УФ-фотонів молекулами ДНК і РНК всередині клітини, розривом зв'язків у молекулі ДНК і утворенням нових зв'язків, внаслідок чого мікроорганізми втрачають здатність до відтворення. Крива ефективності бактерицидної дії УФ-випромінювання залежно від довжини хвилі добре узгоджується з кривою поглинання УФ-випромінювання молекулами ДНК. Максимум цієї кривої знаходиться в області 260 нм, тому випромінювання ртутних ламп низького тиску з довжиною хвилі 254 нм має високу бактерицидну ефективність. Величина УФ-дозы, необхідної для десятикратного зменшення числа мікроорганізмів, залежить від їх виду і для багатьох бактерій і вірусів лежить в області 2-20 мДж/см<sup>2</sup>. Дослідження джерел ультрафіолетового випромінювання при проектуванні установок та визначення їх технічних характеристик є однією із важливих задач дослідження [70].

Промисловістю різних країн випускається широкий асортимент ультрафіолетових ламп для установок фотофізичних, фотобіологічних і фотохімічних дій. До таких ламп відносяться ртутні лампи низького і високого тиску, а також ксенонові імпульсні лампи [49].

Найбільш поширеного використання в Україні отримали бактерицидні розрядні лампи низького тиску (РЛНТ), конструктивно і по електричних параметрах нічим не відрізняються від звичайних люмінесцентних ламп, за винятком того, що їх колба виконана зі спеціального кварцового або

увіолевого скла з високим коефіцієнтом пропускання ультрафіолетового випромінювання. У таких лампах більше 60% випромінювання припадає на лінію  $\lambda=253,4$  нм. Їх ефективність сягає 25-35% від споживаної електроенергії. Електрична потужність цих ламп знаходиться в межах 4-200 Вт. Також як бактерицидні лампи низького тиску використовуються і ртутні лампи високого тиску (РЛВТ). Колба ртутних ламп високого тиску виконана із кварцового скла. Ефективність цих ламп значно нижче, ніж у РЛНТ і складає всього 8-12%, але вони мають значно більший діапазон потужностей 100 ÷ 12000 Вт і менші розміри [17].

Проведені нами дослідження різних типів ультрафіолетових ламп показали, що енергетична освітленість бактерицидних ламп низького тиску потужністю 8-60 Вт в колбах з увіолевого скла (після 100 годин роботи лампи) становить величину 0,2 ÷ 0,22 електричної потужності цих ламп. Енергетична освітленість бактерицидних ламп низького тиску потужністю 8-60 Вт в колбах з кварцового скла (після 100 год роботи ламп) становить величину 0,28-0,34 електричної потужності ламп. А зниження енергетичної освітленості в процесі роботи для ламп, виконаних з увіолевого скла складає 13 ÷ 15% на 1000 год, а для ламп з кварцовою колбою - 10 ÷ 12% на 1000 год. Крім того енергетична освітленість бактерицидних ламп залежить від напруги в мережі (рис.3.1), а також часу виходу на режим (рис.3.2).

При зниженні напруги живлення (для ламп низького і високого тиску) має місце зниження енергетичної освітленості (на 10% зниження напруги, а енергетична освітленість знижується на 15%) [31].

При порівнянні бактерицидних ламп однієї електричної потужності ДРБ8 і ДРБ8-1, які відрізняються матеріалом виготовленої колби, визначаємо що значення енергетичної освітленості лампи з кварцового скла ДРБ8 перевищує значення енергетичної освітленості лампи з увіолевого скла ДРБ8-1 в середньому в 2,5 -4 рази залежно від напруги в мережі.

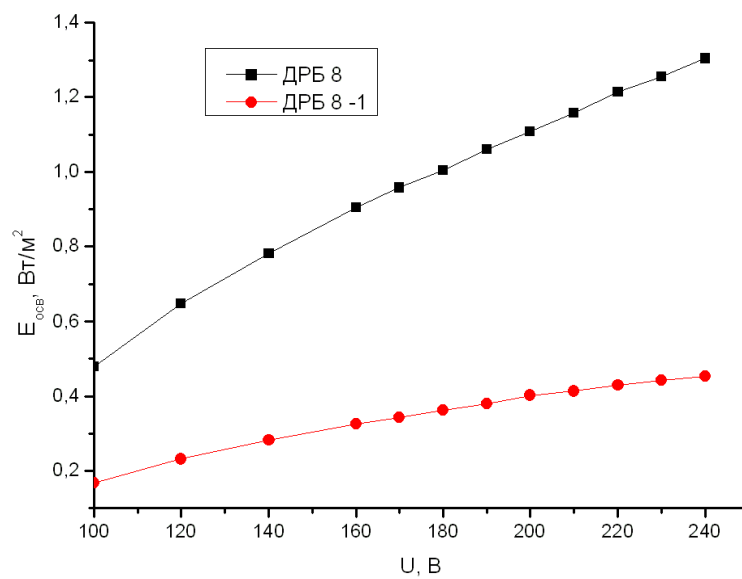


Рисунок 3.1. - Залежність енергетичної освітленості лампи ДРБ-8 (кварцове скло) і ДРБ8-1 (увіолеве скло) від напруги в мережі

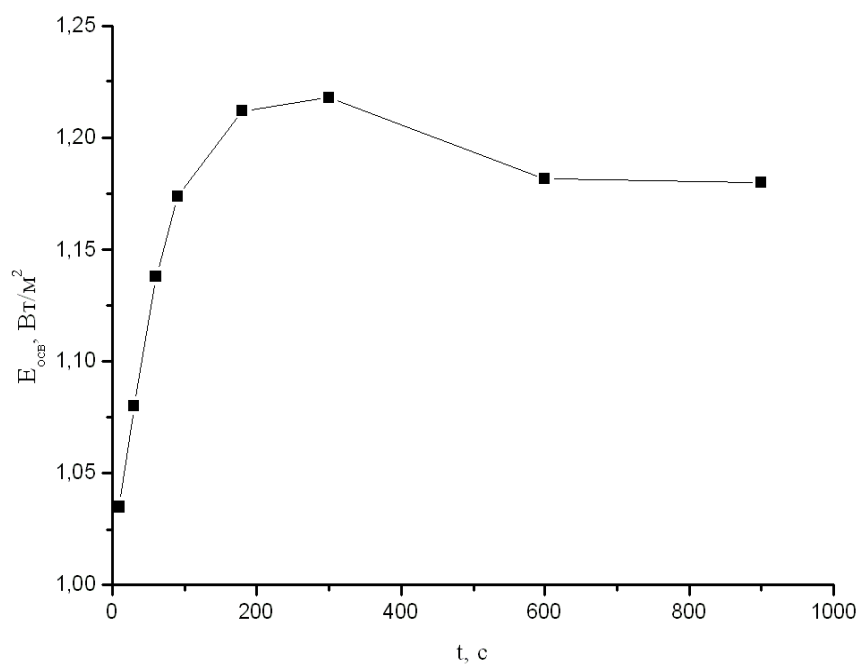


Рисунок 3.2. - Залежність енергетичної освітленості лампи ДРБ-8 від часу виходу на режим

Бактерицидні лампи поділяються на озонні і безозонні (табл.3.1). У озонного типу ламп в спектрі випромінювання присутні спектральні лінії з

довжиною хвилі менше 200 нм, що викликають утворення озону в повітряному середовищі. У безозонних лампах ці лінії випромінювання відсутні за рахунок застосування спеціального матеріалу або конструкції колби. У таблиці 3.1 наведені основні технічні параметри деяких ртутних бактерицидних ламп низького і високого тиску.

Зниження енергетичної освітленості для ламп високого тиску складає  $15 \div 25\%$  за 1000 год. роботи. Стабільність енергетичної освітленості, в основному залежить від прозорості кварцу в УФ області спектру і мало залежить від конструктивних особливостей ламп [19].

Таблиця 3.1

Основні технічні параметри деяких ртутних бактерицидних ламп  
низького і високого тиску

Тип лампи	Потуж- ність, Вт	Струм, А	Бактериц. потік, Вт	Середній термін служби, год.	Матеріал колби (скло)	Країна виробник
Ртутні лампи низького тиску безозонні						
ДРБ 8 -1	8	0,17	1,6	5000	увіолове	Росія
ДБ 15	15	0,33	2,5	3000		
ДРБ 15	15	0,35	4,5	3000	кварцеве з покриттям	
ДРБ 60	60	0,75	14	3000		
TUV15WLL	15	0,34	4	8000	спеціальне	Голландія, Філіпс
TUV30WLL	30	0,36	10	8000		
Ртутні лампи низького тиску озонні						
ДРБ 8	8	0,17	3	5000	кварцеве	Росія
ДРБ 60	60	0,75	15,8	3000		
Ртутні лампи високого тиску озонні						
ДРТ 125	125	1,3	12*	-	кварцеве	Росія
ДРТ 230	230	3,8	24*	-		
ДРТ 400	400	3,25	39*	-		

\* - Потік випромінювання в спектральній області 240-320 нм.

В результаті зменшення прозорості матеріалу колби, зміни теплового режиму, зменшення напруги живлення, забруднення колб та інших факторів енергетична освітленість бактерицидних ламп в опромінювальних установках може знижуватися значно нижче нормованих значень, тому для забезпечення ефективного функціонування опромінювальних установок потрібен періодичний контроль їх параметрів, який пропонується в методиці контролю потоку випромінювання бактерицидних ламп при їх експлуатації [18].

Колективом вчених науково-технічного центра Полтавського університету економіки і торгівлі (ПУЕТ) розроблена технологія і серія опромінювачів бактерицидного знезараження питної води в залежності від технічних можливостей застосовуваних бактерицидних ламп. У відомих конструкціях установок для бактерицидного знезараження продуктивність і розміри опромінювальної камери розраховуються за стандартними методиками з використанням експериментально визначених об'ємних доз для інактивації різних видів мікроорганізмів.

Недоліком такого підходу є те, що об'ємна доза залежить від геометрії камери і ступеня однорідності потоків повітря в процесі опромінення. Даний недолік пропонується ліквідувати шляхом використання при розрахунках поверхневої бактерицидної експозиції, яка не залежить від геометричних розмірів камери, а є функцією виду мікроорганізму і ступеня його інактивації. Враховуємо той факт, що за останні десятиліття мікробіологи багатьох країн підтверджують у своїх працях підвищення стійкості патогенної мікрофлори до впливу озону та УФ-опромінення в кілька разів (до УФ опромінення приблизно в 4 рази) нами в розрахунках використовувалися значення мінімальної експозиції, яка більш ніж у 5 разів перевищує наведені нормативні значення.

В економічно розвинених країнах мінімальна експозиція опромінення становить  $40 \text{ мДж/см}^2$ , а в разі проектування комплексів (станцій) знезараження повітря встановлюється експозиція  $70 \div 100 \text{ мДж/см}^2$ . Таким

чином, пропускна здатність установок бактерицидного знезараження забезпечується конструктивними особливостями при проектуванні, а також залежно від застосовуваних джерел УФ-випромінювання. Реальна продуктивність знезараження залежить від концентрації і виду шкідливих мікроорганізмів, бажаного ступеня знезараження швидкості пропускання і може бути визначена дослідним шляхом за результатами мікробіологічного аналізу [71].

### **3.3. УФ-пристрої для бактерицидного знезараження повітря в приміщеннях**

З метою більш раціонального використання на практиці бактерицидних ламп вони встановлюються в бактерицидні опромінювачі. Бактерицидний опромінювач - це електротехнічний пристрій, в якому розміщені: бактерицидна лампа або лампи, відбивач, пускорегулюючі апарати, конденсатори для підвищення коефіцієнта потужності мережі та придушення радіоперешкод, а також допоміжні елементи і пристосування для його кріплення на стелі або стіні [72].

За конструктивним виконанням опромінювачі поділяються на три групи:

- відкриті (стельові або настінні);
- комбіновані (настінні);
- закриті.

У відкритих і комбінованих опромінювачів прямий бактерицидний потік від ламп і відбивача (або без нього) охоплює широку зону в просторі аж до тілесного кута  $4\pi$ . Відкриті та комбіновані опромінювачі призначені для процесу знезараження приміщення тільки у відсутності людей або при короткочасному їх перебування в приміщенні.

У закритих опромінювачів (рециркулятор) бактерицидний потік від ламп, розташованих в невеликому замкнутому просторі корпусі опромінювача, не має виходу назовні. У цьому випадку знезараження повітря здійснюється в процесі його прокачування через вентиляційні отвори, наявні на корпусі, за допомогою вентилятора. До цього типу опромінювачів відносяться і камери з блоком бактерицидних ламп, що встановлюються після пилеуловлюючих фільтрів в повітропроводах припливної вентиляції. Такі опромінювачі застосовують для знезараження повітря в присутності людей.

Бактерицидні опромінювачі характеризуються параметрами, що впливають на їх ефективність при застосуванні для знезараження повітря, де продуктивність опромінювача визначається:

$$Pr_o = V / t_e, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.1)$$

де  $V$  - об'єм знезараженого повітряного середовища,  $\text{м}^3$ ;  $t_e$  - тривалість ефективного опромінення (год), за який має бути досягнутий заданий рівень бактерицидної ефективності  $J_{\delta_k}, \%$ .

Коефіцієнт використання бактерицидного потоку ламп  $K_\phi$ . Цей коефіцієнт залежить від конструктивних особливостей опромінювача і характеризує частку бактерицидного потоку ламп, що використовується для знезараження повітряного середовища. Значення  $K_\phi$  визначають експериментально. Орієнтовно значення  $K_\phi$  для закритих опромінювачів (рециркулятор) знаходиться в межах 0,3 - 0,4, для відкритих стельових - 0,8, для відкритих і комбінованих настінних - 0,4, а для звичайних бактерицидних ламп - 0,9.

Бактерицидне опромінення на відстані 1 м від опромінювача  $E_{\delta_k}, \text{ Вт}/\text{м}^2$  (для відкритих опромінювачів).

Електрична потужність опромінювача  $P_o, \text{ Вт}$ .

Коефіцієнт потужності  $\cos f$ , рівний відношенню потужності опромінювача  $P_o$  до вольтамперной потужності.

Зазначені параметри повинні приводитися в експлуатаційній документації на опромінювач (паспорт, інструкція з експлуатації). Чим вище значення цих параметрів (крім  $P_o$ ), тим більш ефективним є дія бактерицидного опромінювача.

Тривалість ефективного опромінення  $t_e$  повітря в приміщенні під час безперервної роботи бактерицидної установки, при якій досягається заданий рівень бактерицидної ефективності, повинна знаходитися для закритих опромінювачів в межах 1 - 2 год., а для відкритих і комбінованих - 0,25 - 0,5 год. і для припливно-витяжної вентиляції  $\leq 1$  год. (або при кратності повітрообміну  $K_p \geq 1$  год<sup>-1</sup>). При цьому розрахунок бактерицидної установки проводиться з урахуванням мінімального значення тривалості ефективного опромінення  $t_e$ , тобто для відкритих і комбінованих опромінювачів 0,25 год, а для закритих опромінювачів 1 год [58].

Закриті опромінювачі та припливно-витяжна вентиляція у присутності людей повинні працювати безперервно протягом усього робочого часу.

Бактерицидні установки з відкритими і комбінованими опромінювачами можуть використовуватися в повторно-короткочасному режимі тоді, коли на час опромінення ( $t_e$ ) в межах 0,25 - 0,5 год люди з приміщення видаляються. При цьому повторні сеанси опромінення повинні проводитися через кожні 2 години протягом робочого дня.

У приміщеннях першої категорії рекомендується використовувати бактерицидні установки, що складаються з відкритих або комбінованих і закритих опромінювачів або припливно-витяжної вентиляції і відкритих або комбінованих опромінювачів. При цьому відкриті та комбіновані опромінювачі включаються тільки у відсутності людей на час ( $t_e$ ) в межах 0,25 - 0,5 год на період передопераційної підготовки приміщення. Це дозволяє скоротити час і підвищити рівень знезараження повітря приміщень з підвищеними епідеміологічними вимогами [2, 73].



Бактерицидні установки з припливно-витяжною вентиляцією та додатковими закритими опромінювачами застосовуються тоді, коли існуюча припливно-витяжна вентиляція забезпечує заданий рівень бактерицидної ефективності за час  $t_e$  більше 1 год.

При застосуванні припливно-витяжної вентиляції бактерицидні лампи розміщують у вихідній камері після пилеуловлюючих фільтрів.

У приміщеннях групи А (приміщення в яких знезараження здійснюється у присутності людей протягом робочого дня) для знезараження повітря необхідно застосовувати бактерицидні установки або окремі опромінювачі, що виключають можливість опромінення ультрафіолетовим променями людей, що знаходяться в цьому приміщенні.

У приміщеннях групи Б (приміщення в яких знезараження допускається тільки при короткочасному перебуванні людей) знезараження повітря може здійснюватися системами знезараження, при яких допускається короткочасне опромінення працюючого персоналу. При цьому тривалість перебування персоналу в приміщенні слід розраховувати за формулою:

$$t_{\text{пр}} = 3,6/E_{\text{бк}}, \text{ с, де} \quad (3.2)$$

де  $E_{\text{бк}}$  - бактерицидне опромінення ( $\text{Вт/м}^2$ ) в робочій зоні на горизонтальній поверхні, на висоті 1,5 м від підлоги.

Якщо в силу виробничої необхідності в приміщеннях групи Б потрібно більш тривале перебування персоналу, то повинні застосовуватися засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): окуляри зі світлофільтрами, лицьові маски, рукавички, спецодяг [62].

Всі приміщення, де встановлені бактерицидні опромінювачі, повинні бути оснащені загальнообмінною припливно-витяжною механічною вентиляцією, яка обладнана бактеріальними фільтрами.

Вміст озону в повітряному середовищі виробничих приміщень, в яких встановлені бактерицидні опромінювачі:

- приміщення групи А - не повинен перевищувати 0,03 мг/м<sup>3</sup>;
- приміщення групи Б - не повинно перевищувати 0,1 мг/м<sup>3</sup>.

Вміст парів ртуті у виробничих приміщеннях не повинно перевищувати 0,0003 мг/м<sup>3</sup>.

Перелік приміщень, які підлягають обладнанню бактерицидними опромінювачами, представлений в таблиці 3.2.

В залежності від категорії приміщення та його функціонального призначення вибирається відповідний метод застосування бактерицидних опромінювачів, що забезпечує найбільш повну відповідність вимогам. Сутність методу застосування бактерицидних опромінювачів полягає в тому, щоб раціонально вибрати систему знезараження, умови знезараження, тривалість опромінення приміщення з метою досягнення нормованого значення бактерицидної ефективності  $J_{бк}$  [2]. Як правило бактерицидна ефективність це той єдиний параметр, який визначає інактивацію мікроорганізмів.

Таблиця 3.2

Приміщення, що підлягають обладнанню ультрафіолетовими бактерицидними опромінювачами для знезаражування повітря, в залежності від категорії, необхідного рівня бактерицидної ефективності  $J_{бк}$  до (%) і об'ємної дози (експозиції)  $H_v$  (Дж/м<sup>3</sup>) для санітарно-показового мікроорганізму *Staphylococcus Aureus*

Категорія	Типи приміщення	$J_{бк}$ , %, не менше	$H_v$ , Дж/м <sup>3</sup>
I	Цеху з виробництва харчових продуктів: - ковбас та ковбасних виробів; - м'ясних і рибних виробів;	99	256

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- консервування рибних, м'ясних, овочевих і фруктових виробів;</li> <li>- молока і молочних продуктів при відкритому технологічному процесі;</li> <li>- кондитерських виробів;</li> <li>- з приготуванню заквасок;</li> <li>- напівфабрикатів;</li> <li>- пиво, безалкогольної продукції;</li> <li>- м'ясних, рибних і овочевих напівфабрикатів;</li> <li>- продуктів дитячого харчування.</li> </ul>		
II	Приміщення: <ul style="list-style-type: none"> <li>- фасування готових швидкопсувних продуктів.</li> </ul>	95	167
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>- з переробки сировини;</li> <li>- цеху з приготуванню гарячих і холодних страв;</li> <li>- торгові зали підприємств громадського харчування та торгівлі;</li> <li>- миття і зберігання посуду столових приладів і тари для консервування.</li> </ul>	90	130
IV	Складське приміщення ( з температурою приміщення не нище 10°C).	85	106
V	Побутові приміщення	80	90

Можливі варіанти системи знезараження в залежності від категорії приміщення, тривалості перебування людей та тривалості опромінення, при якій досягається заданий рівень бактерицидної ефективності, наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Розподіл приміщень за категоріями залежно від необхідної тривалості перебування людей і тривалості опромінення

Категорія приміщення	Тривалість перебування людей, год	Тривалість опромінення, год	Система обеззараження
I, II, III	Час перебування людей необмежений	1 - 2	Закриті опромінювачі (рециркулятор). Припливно - витяжна вентиляція, обладнана бактерицидними лампами
IV	Час перебування людей із закритими опромінювачами необмежено	1 - 2	Закриті опромінювачі. Відкриті та комбіновані опромінювачі
V	час перебування людей при припливно-витяжною вентиляцією необмежено	1 - 2	Припливно - витяжна вентиляція. Відкриті та комбіновані опромінювачі.

Обраний метод знезараження є основою для складання медико - технічного завдання на проектування бактерицидної установки в даному приміщенні [2].

При розрахунку бактерицидної установки тривалість опромінення вибирається мінімальною. У процесі роботи бактерицидних ламп відбувається зниження їх потоку. Для того щоб компенсувати це зниження, допускається збільшення тривалості опромінення до максимального значення за умови збереження заданого рівня бактерицидної ефективності. В іншому випадку необхідно замінити лампи.

Для збереження ефективності бактерицидної установки рекомендується застосовувати опромінювачі з індикатором, який сигналізує

візуальним або звуковим сигналом про необхідність заміни ламп, відпрацьованих встановленим термін служби.

Необхідне число опромінювачів в приміщенні або ламп в камері припливно - витяжної вентиляції визначають розрахунковим шляхом.

Бактерицидні лампи, які відпрацьовували встановлений термін служби, повинні замінюватися новими. Для цього необхідно вести облік часу роботи опромінювачів в приміщенні. Якщо на опромінювачі не встановлений індикатор спаду бактерицидного потоку ламп, то необхідно після закінчення  $1/3$  номінального терміну служби ламп збільшувати початково встановлену тривалість опромінення в 1,2 рази і після  $2/3$  строку - в 1,3 рази.

Облік часу роботи опромінювачів і зміни тривалості опромінення необхідно заносити в журнал "Реєстрації та контролю роботи бактерицидної установки".

При застосуванні в приміщеннях відкритих опромінювачів необхідно враховувати, що всі предмети, які потрапляють в зону опромінення, повинні бути стійкими до ультрафіолетового опромінення [32].

Основні завдання розрахунку ультрафіолетової бактерицидної установки полягає в тому, щоб визначити при виконанні технічного проекту число опромінювачів ( $N_o$ ) ультрафіолетової бактерицидної установки, які мають бути розміщені в приміщенні, або ламп ( $N_l$ ) у вихідній камері припливно-витяжної вентиляції з метою забезпечення заданого рівня бактерицидної ефективності.

Слід зазначити, що розрахунок є оціночним, тому на етапі введення ультрафіолетової бактерицидної установки в експлуатацію допускається коректування результатів розрахунку на підставі отриманих даних при проведенні випробувань на відповідність вимогам санітарно-гігієнічних показників, згідно з цим керівництвом.

Для проведення розрахунку необхідно визначити вихідні дані. В першу чергу джерелами отримання вихідних даних є: медико-технічне

завдання на проектування ультрафіолетової бактерицидної установки, паспорти та інструкції на бактерицидні опромінювачі та лампи [34].

Основні вихідні дані для проведення розрахунку наступні:

- призначення та категорія приміщення;
- габарити приміщення (висота  $h$ , м, площа підлоги  $S$ ,  $m^2$ );
- вид мікроорганізму;
- бактерицидна ефективність ( $J_{bk}, \%$ ) та відповідна виду мікроорганізму поверхнева ( $H$ ,  $Dж/м^2$ ) або об'ємна ( $H_v$ ,  $Dж/м^3$ ) дози (експозиції);
- тип бактерицидної установки;
- продуктивність припливно-витяжної вентиляції ( $м^3/год$ );
- умови знезараження (у присутності або відсутності людей);
- об'єкт знезараження (повітря або поверхню);
- режим опромінення (безперервний або повторно-короткочасний).
- тривалість ефективного опромінення ( $t_3$ , ч), при якій повинно забезпечуватися досягнення заданого рівня бактерицидної ефективності.
- тип опромінювача, лампи і їх параметри: ККД ( $\eta_o$ ), коефіцієнт використання бактерицидного потоку ( $K\phi$ ) сумарний бактерицидний потік ламп ( $\Sigma \Phi_{bk}$ , Вт), бактерицидний потік лампи ( $\Phi_{bkl}$ , Вт), бактерицидне опромінення на відстані 1 м від опромінювача ( $E_{bk}$ , Вт /  $м^2$ ), потужність опромінювача ( $P_o$ , Вт).

Отримані вихідні дані дозволяють визначити число опромінювачів  $N_o$  в приміщенні або ламп  $N_l$  (у вихідній камері припливно-витяжної вентиляції) бактерицидної установки в залежності від поставленої задачі за допомогою рівнянь [2].

Потрібно визначити число закритих опромінювачів ( рециркуляторів ) типу УБЗПР 2×15 в бактерицидній установці для знезараження повітря в торговому залі в присутності людей за допомогою формули. Вихідні данні для розрахунку в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Вихідні данні для розрахунку необхідної кількості бактерицидних  
опромінювачів-рециркуляторів в торговому залі

Найменування і характеристика параметра	Позначення	Значення параметрів
Габарити приміщення	$h$ , м	3
	$S$ , м <sup>2</sup>	50
Вид мікроорганізму	<i>S. aureus</i>	-
Категорія приміщення	III	-
Бактерицидна ефективність	$J_{бк}$ , %	91
Об'ємна доза	$H_v$ , Дж/м <sup>3</sup>	130
Бактерицидний потік ламп	$\Phi_{бкл}$ , Вт	3,5
Число ламп у випромінювачі	$N_l$	2
Коефіцієнт використання бактерицидного потоку	$K_{\phi}$	0,4
Коефіцієнт запаса	$K_z$	1,5
Режим опромінення	Повторнокороткочасний	-
Час ефективного опромінення, при якому досягається задана бактерицидна ефективність	$t_z$ , ч	1

Використовуючи наведені дані, за допомогою формули визначаємо потрібне число опромінювачів УБЗПР 2×15 для знезараження повітря в присутності людей в торговому залі.

### 3.4. Технічні рішення для бактерицидного знезараження повітря в побутових приміщеннях

Для вирішення питання бактерицидного знезараження повітря в приміщеннях за допомогою ультрафіолетового випромінювання нами запропонований пристрій бактерицидного знезараження повітря, який призначається для знищення мікроорганізмів будь-якого виду, не лише

вегетативних, але і спорових форм бактерій та іншої мікрофлори закритих приміщень в присутності людей [21].

В світовій практиці визнано, що ультрафіолетове (УФ) бактерицидне випромінювання є дієвим профілактичним санітарно-епідемічним засобом, який подавляє життєздатність мікроорганізмів в повітряному та водному середовищах.

Антимікробна дія УФ випромінювання проявляється в деструктивно-модифікуючих пошкодженнях ДНК в клітковому ядрі мікроорганізмів, що приводить до загибелі мікробної клітини в першому або наступних поколіннях [15].

Повітря часто стає джерелом і розповсюджувачем хвороботворних мікроорганізмів, тому одним із способів вирішення бактерицидної безпеки населення є впровадження УФ-опромінювачів для знезараження повітря.

Знезараження повітря за допомогою УФ-випромінювання не змінює його органолептичних властивостей, відсутні зміни хімічного складу і при цьому відсутня безпека передозування.

Для оцінки запропонованого технічного рішення розглянемо ряд відомих технічних засобів аналогічного призначення.

Відомі пристрої для знезараження повітря, що містять корпус із вхідними та вихідними вікнами, в якому розміщуються джерело ультрафіолетового випромінювання та вентилятор [патент РФ 2080285, кл. С 01 В 13/10, 1997; авт. свід. СССР 1210839, кл. А 61 L9/20, 1986]. В якості джерела ультрафіолетового випромінювання використовуються бактерицидні розрядні ртутно-кварцові лампи низького тиску [17].

Недоліками цього технічного рішення є те, що вказані конструктивні особливості не забезпечують достатньої ефективності знезараження приміщень в силу нерівномірної обробки циркулюючого повітряного потоку і не допускають, як правило, знаходження людей в приміщеннях із наявністю в повітрі озону, що утворюється під дією ультрафіолетового випромінювання кварцової бактерицидної лампи [12].



Найбільш близькими до винаходу є пристрої для знезараження повітря [патент РФ патент РФ 2021821, кл. А 61 L 9/20, 1994; патент РФ 2153886, кл. А 61 L 9/20, 1999].

Пристрій для знезараження повітря, що містить корпус (камеру) із вхідними і вихідними вікнами, в якій встановлюється вентилятор, джерело ультрафіолетового випромінювання та екрани [патент РФ 2021821, кл. А 61 L 9/20, 1994]. При цьому екрани перешкоджають попаданню ультрафіолетового випромінювання в приміщення, які розміщені з обох торців джерела ультрафіолетового випромінювання перпендикулярно вектору руху.

Недоліком даного технічного рішення є зниження продуктивності бактерицидної ефективності за рахунок розміщених поперечно повітряному потоку екранів, а також при цьому не виключається можливість утворення озону.

Відомий також пристрій для знезараження повітря [патент РФ 2153886, кл. А 61 L 9/20, 1999], що містить корпус із вхідними і вихідним вікнами, в якому встановлений вентилятор з джерелом ультрафіолетового випромінювання. Корпус оснащений екранами у вигляді лабіринтно розташованих перегородок, стінки корпусу з внутрішньої сторони мають комбіноване покриття із звукопоглинаючого шару, і відбиваючого екрану із алюмінієвої фольги. Джерелом ультрафіолетового випромінювання виступають одна або декілька поздовжньо встановлених «безоозонових» ртутних ламп низького тиску з внутрішнім покриттям, яке поглинає озоновий спектр 150-185 нм [18].

Недоліком даного технічного рішення є зниження бактерицидної ефективності за рахунок розміщених поперечно повітряному потоку лабіринтних перегородок, а також неефективності використання бактерицидного потоку завдяки розміщенню джерел ультрафіолетового опромінювання вздовж стінок камери опромінювання.

Основною метою створюваних нових технічних рішень є підвищення ефективності бактерицидного знезараження повітря та відсутність утворення озону для забезпечення сприятливих умов перебування в приміщеннях. Проте досягнення цієї мети супроводжується, як правило, ускладненням конструкції без отримання ефективності знезараження [6].

Метою запропонованого технічного рішення є підвищення ефективності бактерицидного знезараження повітря за рахунок оптимального вибору конструкції та використання необхідної дози ультрафіолетового опромінення.

Запропонований пристрій бактерицидного знезараження повітря містить циліндричний корпус із входним і вихідним отворами, в якому встановлений вентилятор. Утворена таким чином камера опромінювання повітря на вході і виході комплектується екранами, виконаними у вигляді жалюзів, які екранують приміщення від ультрафіолетових променів, при цьому суттєво не збільшують опір повітря. В камері опромінювання вісесиметрично розміщується джерело ультрафіолетового випромінювання – «безозонова» ртутна лампа низького тиску. Внутрішня стінка камери і екрани покриті плівкою з високим коефіцієнтом відбивання, наприклад із альзакірованого алюмінію з коефіцієнтом відбивання не менше 0,95, що дає можливість підвищити коефіцієнт використання бактерицидного потоку за рахунок багаторазових відбивань.

На рисунку 2.1 представлений пристрій бактерицидного знезараження повітря типу УБЗПР.

Площа для знезараження повітря 20-30 м<sup>2</sup>; продуктивність знезараження 80-90 м<sup>3</sup>/год; розміри (620x140x100); маса установки – 2кг.; потужність – 35 Вт.

Принцип дії запропонованого пристрою для бактерицидного знезараження повітря полягає в наступному: повітря, що забирається з приміщення, через входний отвір подається вентилятором в камеру, де під дією ультрафіолетового опромінювання знезаражується і через вихідний

отвір поступає в приміщення, забезпечуючи при цьому постійну рециркуляцію. Даний пристрій в 2013 році отримав патент на корисну модель «Пристрій бактерицидного знезараження повітря в приміщенні», який представлений у додатку В.

В відомих конструкціях установок продуктивність і розміри опромінювальної камери розраховуються по стандартним методикам [Вассерман А.Л. Ультрафиолетовые бактерицидные установки для обеззараживания воздушной среды помещений. - М.: Изд-во дом света, 1999, выпуск 8(20)] з використанням експериментально визначених об'ємних доз для інактивації різних видів мікроорганізмів  $H_v$ . Недоліком такого підходу є те, що об'ємна доза  $H_v$  залежить від геометрії камери і ступеня однорідності потоків повітря в процесі опромінення. В даному випадку шари повітря, які знаходяться ближче до УФ-лампи-опромінювача будуть отримувати «надлишкову» дозу, а шари повітря, що знаходяться біля стінок камери – недоотримують необхідної дози (при достатньому середньому значенні  $H_v$ ) [2].

Даний недолік пропонується ліквідувати шляхом використання при розрахунках поверхневої бактерицидної експозиції  $H_s$ , яка не залежить від геометричних розмірів камери, а є функцією виду мікроорганізму та ступеню його інактивації. Розміри камери установки (діаметр та довжина) пропонується вибирати із умов, при яких мінімальна опроміненість  $E_{\min}$  для найменш опромінювальних ділянок камери була б достатньою для створення поверхневої дози  $H_s$ , необхідної для інактивації мікроорганізмів. Інші ділянки будуть отримувати «надлишкове» опромінення, що тільки підвищує надійність бактерицидного знезараження [10].

Розрахунок опромінювальної установки зводиться до визначення такої зони опромінювального простору, яка піддається мінімальній бактерицидній опроміненості  $E_{\min}$ . Продуктивність установки  $Q$  може визначатися із виразу:

$$Q \approx \frac{E_{\min} \cdot l \cdot \pi \cdot R_1^2}{H_s \cdot R_2^2} \cdot (R_2^2 - R_1^2) \quad (3.3)$$

де  $l$  - довжина розрядного стовпа бактерицидної лампи;  $E_{\min}$  - опроміненість на циліндричній поверхні радіусом  $R_2$  (радіус опромінювальної порожнини);  $R_1$  - радіус джерела випромінювання.

Доза УФ-опромінення, яку отримує повітря в процесі проходження через пристрій бактерицидного знезараження повітря визначається наступною формулою:

$$H_s = E_{\min} \cdot t, \quad (3.4)$$

де  $t$  - час перебування повітря в камері.

Повітря, що проходить через камеру знезараження має отримувати необхідну поверхневу дозу опромінення не менше 60 Дж/м<sup>2</sup>.

Енергетична освітленість  $E_{O\min}$  зовнішньої поверхні лампи визначалася експериментально за допомогою УФ радіометра «Тензор-31» за методикою [Методика виконання вимірювань параметрів ультрафіолетового випромінювання. МВУ 11-038-2007, від 1 квітня 2007р].

Запропонований пристрій бактерицидного знезараження повітря, представляє собою камеру, в якій розміщується «безозонова» лампа низького тиску, відрізняється тим, що з метою ефективного використання бактерицидного потоку пристрій для знезараження повітря виготовлений у вигляді циліндра, в якому джерело бактерицидного випромінювання (лампа) розміщується вісесиметрично в циліндричній камері.

Пристрій бактерицидного знезараження повітря відрізняється тим, що найменша опроміненість внутрішньої поверхні камери розраховується із умов забезпечення необхідної поверхневої дози при заданому об'ємі

проходження повітря через камеру  $H_s \geq 60 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$ . При таких умовах, навіть в разі ламінарної течії (коли шари повітря не перемішуються), віддалені від лампи шари повітря в камері опромінення будуть отримувати необхідну для інактивації дозу опромінення.

Пристрій бактерицидного знезараження повітря відрізняється тим, що внутрішня поверхня камери виготовлена із матеріалу (наприклад, полірований алюміній, альзакірований алюміній), який забезпечує коефіцієнт відбивання не менше 0.95 [58].

Пристрій бактерицидного знезараження повітря відрізняється тим, що продуктивність знезараження визначається із умов при яких мінімальна опроміненість  $E_{\min}$  для найменш опромінювальних ділянок камери була б достатньою для створення поверхневої дози  $H_s$  необхідної для інактивації. Продуктивність  $Q$  визначається із виразу:

$$Q \leq \frac{V \cdot E_{\min}}{H_s} = \frac{E_{\min} \cdot l \cdot \pi \cdot R_2^2}{H_s} \quad (3.5)$$

де  $V$  - об'єм камери.

На основі запропонованого технічного рішення розроблена технологія, яка використовується підприємствами України. Пропускна здатність установки бактерицидного знезараження повітря забезпечується конструктивними особливостями під час проектування, враховуючи концентрацію та вид шкідливих мікроорганізмів бажаний ступінь знезараження і визначається теоретично-дослідним шляхом за результатами мікробіологічного аналізу.

### **Висновки до розділу**

В даному розділі охарактеризовані УФ-пристрої для бактерицидного знезараження повітря в приміщеннях. Було визначене число закритих опромінювачів (рециркуляторів) типу УБЗПР 2×15 в бактерицидній установці для знезараження повітря в торговому залі в присутності людей. Розрахунки показали що, для знезараження повітря в даному приміщенні потрібно 3 закритих опромінювача-рециркулятора. Описана характеристика джерел ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження. Був запропонований пристрій бактерицидного знезараження повітря в приміщенні, який призначається для знищення мікроорганізмів будь-якого виду, не лише вегетативних, але і спорових форм бактерій та іншої мікрофлори закритих приміщень в присутності людей.

## РОЗДІЛ 4

### МИТНЕ ОФОРМЛЕННЯ ПАРТІЙ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ

#### 4.1 Особливості класифікації ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря згідно з УКТЗЕД

Для визначення класифікації згідно УКТЗЕД був вибраний саме Розділ 16 (84-85) - Машини, обладнання та механізми; електротехнічне обладнання; їх частини; звукозаписувальна та звуковідтворювальна апаратура, апаратура для запису або відтворення телевізійного зображення і звуку, їх частини та приладдя.

Тому що, ультрафіолетовий пристрій для знезараження повітря є машина з механізмом (включаючи комбінацію машин) складається з окремих комплектувальних вузлів незалежно від того, розміщені вони окремо чи з'єднані між собою трубопроводами, трансмісійними механізмами, електричними кабелями або іншими пристроями), призначених для забезпечення одночасного виконання чітко визначених функцій, що включені до однієї з товарних позицій групи 84 або 85, тоді машину потрібно класифікувати у товарній позиції, що відповідає визначеній функції.

Групу 85 - Електричні машини, обладнання та їх частини; апаратура для запису або відтворення звуку; телевізійна апаратура для запису та відтворення зображення і звуку, їх частини та приладдя;

Товарна позиція 8543 - Машини та апаратура електричні, що мають індивідуальні функції, в іншому місці цієї групи не описані або не зазначені .

Обертові перетворювачі та високочастотні генератори, коли вони представлені разом з термооброблювальним устаткуванням, також розглядаються у цій товарній позиції. Коли вони представлені окремо, то включаються до **товарної позиції 8502** або **8543** залежно від конкретного випадку.

У товарних позиціях 8541 та 8542:

(а) термін “діоди, транзистори та аналогічні напівпровідникові прилади” означає напівпровідникові прилади, функціонування яких полягає в зміні опору під впливом електричного поля;

(b) термін “електронні інтегровані схеми” означає:

(1) монолітні інтегровані схеми, в яких елементи схеми (діоди, транзистори, резистори, ємності, котушки індуктивності тощо) виконані в об’ємі (переважно) та на поверхні напівпровідника або складного напівпровідникового матеріалу (наприклад, легованого кремнію, арсеніду галію, кремній-германію, фосфіду індію) та нероздільно з’єднані між собою;

(2) гібридні інтегровані схеми, в яких пасивні елементи (резистори, ємності, котушки індуктивності тощо) виконані за допомогою тонко- або товстоплівкової технології та активних елементів (діоди, транзистори, монолітні інтегровані мікросхеми тощо), отримані за технологією виробництва напівпровідників, з’єднаних в єдине ціле за допомогою міжелементних з’єднань або з’єднувальних кабелів на ізолювальній підкладці (склі, кераміці тощо). Ці схеми також можуть містити дискретні компоненти;

(3) багатокристалльні інтегровані схеми, які складаються з двох або більше з’єднаних між собою монолітних інтегрованих схем, неподільно об’єднаних для всіх дій та цілей, розташовані на одній або кількох ізолювальних підкладках або ні, які мають рамки з виводами або ні, але не містять ніяких інших активних чи пасивних елементів.

### **8543 70 - інші машини та апаратура;**

**85437090** ця товарна категорія включає:

1. електростатичні пристрої (наприклад, для чесальних машин);
2. електролюмінісцентні пристрої, переважно, у вигляді смужок, плат або панелей;



3. термоелектричні генератори, які складаються з термоелектричної батареї з різною кількістю термопар і джерела теплової енергії (наприклад, газ бутан) і генерують струм завдяки ефекту Зеебека;
4. нейтралізатори статичної електрики;
5. розмагнічувальні прилади;
6. ударно-хвильові генератори;
7. цифрові реєстратори параметрів режиму польоту (реєстратори параметрів режиму польоту) у вигляді вогнестійкого, ударостійкого електронного апарату для постійного запису специфічних режимних параметрів під час польоту;
8. безпроводові інфрачервоні пристрої для дистанційного керування телевізійними приймачами, відеомагнітофонами або іншим електричним обладнанням;
9. електронні пристрої для створення звукових ефектів, використовувані як периферійні пристрої для електрогітар для створення різноманітних ефектів (наприклад, дублювання звуку, спотворення звуку, луни). Ці пристрої не розміщуються в корпусі гітари, а під'єднуються проводами до гітари та підсилювача;
10. електронні зчитувальні пристрої для осіб з вадами зору. Ці пристрої вміщують в одному корпусі камеру, яка сканує оригінальний текст (наприклад, газету або книжку), і монітор, який відтворює текст у збільшеному вигляді.

Ця товарна категорія не включає:

- (a) електростатичні фільтри та електромагнітні водоочисники (товарна позиція 8421);
- (b) обладнання для оброблення молока ультрафіолетовим опроміненням (товарна позиція 8434);
- (c) обладнання для чищення ультразвуком різноманітних виробів (зокрема, металевих частин) та ультразвукові генератори (товарна позиція 8479);

(d) обладнання для ультразвукового зварювання (товарна позиція 8515);

(e) ультрафіолетові опромінювачі медичного призначення, навіть якщо при їх використанні не потрібен лікар (товарна позиція 9018);

(f) електричні регулятори для регулювання електричних або неелектричних змінних величин товарної позиції 9032.

8543709000 --інші.

Отже, ультрафіолетовий пристрій ми класифікували у товарній позиції 8543, групи 85 що відповідає визначеній функції. При віднесенні товару до тієї чи іншої товарної підкатегорії слід виходити з більш конкретного опису товару, тобто саме характеристики товару є визначальними для класифікації товару відповідно до УКТ ЗЕД.

#### **4.2 Визначення митної вартості та платежів при митному оформленні партії ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря**

Ввізне ( імпортне ) мито, що стягується митницею, являє собою податок на товари та інші предмети, які переміщуються через митний кордон України.

Ввізне (імпортне) мито нараховується на товари та інші предмети при їх ввезенні на митну територію України, а саме платежі при митному оформленні партії ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря, становлять:

пільгова: 0 %

повна: 1 %

Документ: [ВРУ, Закон] № 674-IX від 04/06/2020 « Про Митний тариф України»

Діє: з 03/07/2020

Державне регулювання ЗЕД здійснюється за допомогою широкого кола засобів, кількість яких постійно зростає.

Класичним засобом регулювання зовнішньої торгівлі являються митні тарифи, які по характеру впливу відносяться до економічних регуляторів.

Митний тариф являє собою систематизований перелік (зведення) митних ставок, які визначають розмір оплати по експортних та імпорتنих товарах, тобто мита.

ГАТТ/ВТО не забороняє захист національної економіки. Згідно з принципами ГАТТ/ВТО вона повинна будуватися в цілому на митних тарифах, а не на інших комерційних заходах.

Мета цього правила - чітке визначення об'єму захисту і зведення до мінімуму пов'язаного з ним захисту торгівлі.

На протязі всіх восьми раундів переговорів ГАТТ/ВТО питання про скорочення тарифів було одним із основних. За цей час ставка імпорتنих тарифів зменшилася з 40% в 1947 р. до 3,5% на початку 90-х рр. Незважаючи на зниження митних тарифів, роль їх в регулюванні ЗЕД різних країн залишається важливою.

Митно-тарифне регулювання виконує дві функції:

- Протекціоністську (захист вітчизняних товарів від іноземної конкуренції).
- Фіксальну (поповнення державного бюджету).

Крім того, може впливати на приплив валюти, розвиток регіонів країни, особливо, якщо мова йде про вільні економічні зони та ін.

Митні тарифи можуть бути:

- простими (одноколонними), тобто мати єдину ставку для одного товару чи товарної групи незалежно від країни походження;
- складними (багатоколонними), коли встановлюються дві і більше ставок по кожному товару в залежності від країни походження.

Мито являє собою грошовий збір чи податок, який бере держава з товарів, власності та інших цінностей при перетині кордону. В Україні використовуються експортні, імпорتنі і транзитні види стягнень.

Особливе мито вводиться тільки після спеціального розслідування відповідного департаменту Міністерства економіки України на замовлення українських чи іноземних державних органів, які в цьому зацікавлені.

В світовій практиці і в Україні використовується також сезонне мито, яке встановлюється в основному на окремі товари на певний період (в Україні не більше чотирьох місяців).

Вкінці можна зробити висновок про те, що успішна зовнішньоекономічна діяльність багато в чому залежить не тільки від ступеня нормалізації конкуренції на внутрішньому ринку, підвищення конкурентноздатності вітчизняної продукції, але й від знання можливостей її збуту, дотримання умов роботи на зовнішніх ринках, норм і правил національних і міжнародних засобів впливу на зовнішню торгівлю.

У галузі імпорту до тарифних методів належать не лише митні тарифи, а й податки і збори з товарів, які ввозять, імпортні депозити та ін. У галузі експорту - це податкові кредити експортерам, гарантії, субсидії, звільнення від податків, надання фінансової допомоги тощо.

Головні функції митного тарифу такі:

- захист національних виробників від іноземної конкуренції;
- забезпечення надходження коштів у державний бюджет;
- поліпшення умов доступу національних товарів на зовнішні ринки;
- поліпшення стану платіжного балансу.

В Україні застосовують такі види мит:

- ввізні. Вони є найпоширенішим методом обмеження імпорту. Ними обкладають усі товари, які ввозять в Україну;
- транзитні.

Вивізні мита в Україні сьогодні не застосовуються.

Ставки митного тарифу поділяють на такі:

- преференційні - застосовують до товарів, імпортованих з держав, що утворюють з Україною економічні інтеграційні угруповання - зони вільної торгівлі, митний союз та ін.;
- пільгові - застосовують до товарів країн, які користуються в Україні режимом найбільшого сприяння;
- повні - застосовують до товарів із решти країн.

За способом нарахування мита бувають:

- адвалерні, які нараховують у відсотках до митної вартості товару (митна вартість товару включає ціну товару за рахунком-фактурою, а також такі фактичні витрати, як транспортування, страхування та інше до перетину митного кордону. Визначають за офіційним курсом іноземної валюти, запровадженим НБУ);
- специфічні, які нараховують у визначеному розмірі до одиниці вимірювання товару (маси, площі, об'єму та ін.);
- комбіновані, які об'єднують специфічні й адвалерні мита. За характером походження мита поділяють так:
  - автономні, які вводять постановами державної влади країни незалежно від будь-яких угод з іншими державами;
  - конвенційні, які запроваджують у процесі укладання договору з іншою країною і фіксують у цьому договорі. Є також і специфічні види мит, зокрема такі:
    - спеціальні. Застосовують для захисту вітчизняних виробників від імпортних конкурентних товарів, для попередження недобросовісної конкуренції або у відповідь на дискримінаційні дії з боку інших держав;
    - антидемпінгові. Відповідно до правил ГАТТ/ВТО вводять з метою захисту від демпінгу. Їх застосовують у випадку виявлення фактів демпінгу, тобто імпорту на територію України за ціною, яка є суттєво нижчою від їхніх конкурентних цін у країні-експортері. Ставка антидемпінгового мита не може перевищувати різницю між конкурентною

оптовою ціною об'єкта демпінгу в країні експорту і заявленою ціною у разі його ввезення на територію України або різницю між ціною об'єкта демпінгу з України і середньою ціною українського експорту подібних товарів;

- компенсаційні. Застосовують у випадку ввезення на територію України товарів, для виробництва й експорту яких використано субсидії, якщо такий імпорт завдає шкоди вітчизняним виробникам подібних товарів. Ставка компенсаційного мита не може перевищувати розмір субсидії.

Практикують також сезонні мита, які запроваджують на окремі товари на період не більше чотирьох місяців.

Від обкладання ввізними митами в Україні звільнені товари, які ввозять: за договорами про вільну торгівлю; у межах виробничої кооперації країн СНД; за угодами щодо надання Україні міжнародної технічної і гуманітарної допомоги; за угодами між Україною і США про гуманітарне і техніко-економічне співробітництво; за угодою між Україною і ЄС щодо реалізації проектів технічної допомоги за програмою TACIS; за програмою технічної допомоги, яку надає Україні уряд Канади.

Отже, митне оформлення виступає основним і невід'ємним елементом митної політики держави, оскільки результати митного контролю фіксуються за допомогою процедур митного оформлення.

#### **4.3 Характеристика заходів нетарифного регулювання переміщення партії ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря через митний кордон України**

Нетарифним регулюванням переміщенням партій пристроїв для знезараження повітря, є надання пільг з мита до складових продукції оборотного призначення.

Звільняються від оподаткування ввізним митом складові (матеріали, вузли, агрегати, устаткування та комплектувальні вироби) (далі - товари), що ввозяться на митну територію України в митному режимі імпорту для

використання у виробництві продукції оборонного призначення, визначеної згідно із законом, якщо замовником такої продукції є державний замовник, визначений Кабінетом Міністрів України.

Товари **не звільняються** від оподаткування ввізним митом, якщо вони мають походження з країни, визнаної державою-окупантом згідно із законом та/або визнаної державою-агресором щодо України згідно із законодавством, або ввозяться з території держави-окупанта (агресора) та/або з окупованої території України.

Документ: [ВРУ, Закон] № 365-VIII від 23/04/2015 "Про внесення змін до статті 287 Митного кодексу України щодо створення сприятливих умов для забезпечення виконання державних контрактів з оборонного замовлення та договорів на постачання продукції оборонного призначення"

Діє: з 29/05/2015

Звільняються від сплати мита ПДВ товари (крім підакцизних), що не виробляються в Україні або виробляються, але не відповідають вимогам проекту модернізації Бортницької станції очистки стічних вод у рамках реалізації проекту "Реконструкція споруд очистки стічних каналізаційних вод і будівництво технологічної лінії по обробці та утилізації осадів Бортницької станції аерації", затвердженого Кабінетом Міністрів України, які ввозяться з метою реалізації Проекту у період реалізації Проекту.

Код преференції по миту - **171**.

Код преференції по ПДВ - **171**.

Блок захисту підземних комунікацій від корозії штук - 10  
Система знезараження ультрафіолетовим випромінюванням штук – 33.

Коди УКТЗЕД наводяться в цьому переліку довідково. Підставою для звільнення від оподаткування ввізним митом товарів, які ввозяться на митну територію України, є відповідність таких товарів опису та кількості, що зазначені в переліку документа.

Документ: [КМУ, Постанова] № 403 від 06/03/2019 "Деякі питання реалізації підпункту 12 пункту 4 розділу XXI "Прикінцеві та перехідні положення" Митного кодексу України Діє з 19/05/2019

Нетарифне регулювання – це один із заходів регулювання зовнішньоекономічної діяльності, спрямований на забезпечення захисту економічних інтересів України та інтересів суб'єктів ЗЕД, що охороняються законом .

Нетарифні методи регулювання міжнародної торгівлі – це комплекс заходів обмежувально-заборонного характеру, що перешкоджають проникненню іноземних товарів на внутрішні ринки та стимулюють розвиток експортного потенціалу держави як суб'єкта світових господарських зв'язків.

#### **4.4 Порядок декларування партії ультрафіолетових пристроїв для знезараження повітря**

Бланки єдиного адміністративного документа використовуються для оформлення митних декларацій (митної декларації, заповненої у звичайному порядку, попередньої, тимчасової, періодичної та додаткової митних декларацій), передбачених [статтями 258-261 Митного кодексу України](#).

Митна декларація на бланку єдиного адміністративного документа заповнюється з використанням форми МД-2, до якої у разі потреби можуть додаватися доповнення форми МД-6 та додаткові аркуші форми МД-3 або специфікація форми МД-8.

В одній митній декларації на бланку єдиного адміністративного документа може бути задекларовано не більш як 999 товарів.

Додаткові аркуші форми МД-3, доповнення форми МД-6 та специфікації форми МД-8 у разі їх застосування є невід'ємною частиною митної декларації на бланку єдиного адміністративного документа форми МД-2.

На додаткових аркушах форми МД-3 зазначаються відомості про:



товари, що мають різні коди згідно з [УКТЗЕД](#);

товари з однаковим кодом згідно з [УКТЗЕД](#), які мають різні дані (країну походження, ознаки та характеристики, що впливають на застосування ставок ввізного (вивізного), особливих видів мита, акцизного податку, податку на додану вартість);

інші товари у випадках, визначених Мінфіном.

Замість додаткових аркушів форми МД-3 у випадках, визначених Мінфіном, дозволяється застосування специфікації форми МД-8.

Доповнення форми МД-6 використовується у разі, коли в будь-якій графі форми МД-2, МД-3 або МД-8 митної декларації на паперовому носії не вистачає місця для внесення необхідних відомостей декларантом або для проставлення службових відміток чи внесення відомостей посадовою особою митного органу.

Порядок розподілу аркушів митної декларації на бланку єдиного адміністративного документа на паперовому носії визначається Мінфіном.

Під час здійснення митного оформлення товарів із застосуванням митних декларацій на бланку єдиного адміністративного документа факт виконання окремих митних формальностей підтверджується шляхом внесення посадовою особою митного органу, яка виконала таку формальність, за допомогою автоматизованої системи митного оформлення відповідної відмітки до електронної митної декларації або електронної копії митної декларації, поданої на паперовому носії.

Автоматизована система митного оформлення входить до складу Єдиної автоматизованої інформаційної системи митних органів України.

Митна декларація на паперовому носії вважається оформленою за наявності на всіх її аркушах відбитка особистої номерної печатки посадової особи митного органу, яка завершила митне оформлення.

Електронна митна декларація вважається оформленою за наявності внесеної до неї посадовою особою митного органу, яка завершила митне оформлення, за допомогою автоматизованої системи митного оформлення

відмітки про завершення митного оформлення та засвідчення такої декларації електронним цифровим підписом посадової особи митного органу, яка завершила митне оформлення. Оформлена електронна митна декларація за допомогою автоматизованої системи митного оформлення перетворюється у візуальну форму, придатну для сприйняття її змісту людиною, у форматі, що унеможлиблює у подальшому внесення змін до неї, засвідчується електронним цифровим підписом посадової особи митного органу, яка завершила митне оформлення, та надсилається декларанту або уповноваженій ним особі.

Митна декларація на бланку єдиного адміністративного документа заповнюється на партію товарів, що переміщуються через митний кордон України на підставі одного зовнішньоекономічного договору (контракту) або іншого документа, що використовується в міжнародній практиці замість зовнішньоекономічного договору (контракту), та поміщується у визначений митний режим.

У разі наявності в партії товарів, що можуть декларуватись з поданням замість митної декларації на бланку єдиного адміністративного документа іншого документа, декларування таких товарів здійснюється з поданням такого іншого документа.

Партією товарів вважаються:

- товари, що переміщуються через митний кордон України від одного відправника на адресу одного одержувача за одним товарно-транспортним документом на перевезення;
- товари, що переміщуються через митний кордон України трубопровідним транспортом або лініями електропередачі протягом одного календарного місяця;
- товари, що пересилаються на митну територію України від одного відправника на адресу одного одержувача в міжнародних поштових відправленнях в одній депеші;

- товари, що пересилаються на митну територію України в міжнародних експрес-відправленнях протягом однієї доби, незалежно від кількості товарно-транспортних документів на перевезення;

- товари, що переміщуються через митний кордон України одним громадянином в ручній поклажі у пасажирському відділенні (салоні) транспортного засобу, яким прямує такий громадянин, або супроводжуваному (несупроводжуваному) багажі.

За бажанням декларанта або уповноваженої ним особи одна митна декларація на бланку єдиного адміністративного документа може бути заповнена на кілька партій товарів, що ввезені на митну територію України, або вивозяться за межі митної території України залізничним транспортом та відправляються від одного відправника на адресу одного одержувача або переміщуються транзитом від одного відправника на адресу одного одержувача та відправляються з однієї прикордонної передавальної станції за місцем ввезення на митну територію України, за умови, що такі товари переміщуються через митний кордон України на підставі одного зовнішньоекономічного договору (контракту) або іншого документа, який використовується в міжнародній практиці замість зовнішньоекономічного договору (контракту), поміщуються у визначений митний режим, одночасно пред'являються митному органу, яким здійснюється їх митне оформлення, та за наявності можливості заповнення відповідно до встановленого порядку спільних для всіх задекларованих товарів граф митної декларації на бланку єдиного адміністративного документа.

За бажанням декларанта або уповноваженої ним особи товари, що ввозяться на митну територію України у складі однієї партії, можуть декларуватись за кількома митними деклараціями за умови, що таке розділення не призводить до віднесення товарів до таких, що не є об'єктом оподаткування митними платежами, та митні декларації подаються на всі товари у складі цієї партії незалежно від їх вартості.

Одна митна декларація на кілька партій товарів або кілька митних декларацій на одну партію товарів можуть складатись у випадках, визначених Мінфіном.

Особливості виконання митних формальностей під час здійснення митного оформлення товарів, що переміщуються через митний кордон України в розібраному чи незібраному стані декількома партіями протягом певного строку (комплектних об'єктів), визначаються Мінфіном.

Електронна митна декларація М-16 вважається оформленою за наявності внесеної до неї посадовою особою митного органу, яка завершила митне оформлення, за допомогою автоматизованої системи митного оформлення відмітки про завершення митного оформлення та накладення на таку декларацію кваліфікованого електронного підпису посадової особи митного органу, яка завершила митне оформлення.

## **Висновки до розділу**

Невід'ємною складовою частиною Товарної номенклатури є класифікація товару, яка служить комплексним керівництвом для віднесення товару до певного класифікаційного угруповання які регламентують порядок визначення товарної позиції. Тобто саме характеристики товару є визначальними для класифікації товару відповідно до УКТ ЗЕД.

Обов'язковою умовою митного оформлення є їх декларування. Митна декларація є уніфікованим документом, сформованим у відповідності до міжнародних стандартів аналогічних документів інших країн. Вона містить точні дані про мету переміщення через митний кордон товарів та інших предметів, про самі товари та інші предмети, про відправника, отримувача та декларанта вантажу, спосіб і порядок переміщення вантажів, умови поставки, спосіб розрахунків. Вносяться інші відомості, необхідні для митного оформлення, в тому числі і про нарахування митних та інших обов'язкових платежів.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Технологія УФ-зnezараження є найбільш простою і безпечною в експлуатації. При її застосуванні не має потреби у забезпеченні спеціальних засобів безпеки та утримання спеціально обслуговуючого персоналу.

2. Проведений аналіз нормативних документів, що діють в Україні на ультрафіолетові лампи, вимоги до цих ламп та параметрів їх вимірювання.

3. На основі проведених дослідженнях можна зробити висновок, що УФ - пристрої є ефективними для бактерицидного зnezараження повітря і знищення шкідливих мікроорганізмів і при цьому не завдавати шкоди людському організму при правильному використанні в пристроях закритого типу (рециркулятори).

4. Ультрафіолетове випромінювання сьогодні знаходить широке застосування в різних сферах життя та діяльності людей: медицині, харчовій промисловості, косметичні салони, текстильна промисловість, поліграфія, світлова реклама та бактерицидне зnezараження питної води та каналізаційних стоків.

5. Проведені експериментальні дослідження ультрафіолетових ламп однієї потужності з кварцового і увіолевого скла. Встановлено, що бактерицидний потік ламп з кварцового скла значно більший і при цьому його падіння за 1000 год в порівнянні з лампами з увіолевого скла менше на 10-12%.

6. На основі отриманих експериментальних результатів і проведених розрахунків запропоновано при виробництві пристроїв для УФ-опромінювання поверхонь та повітря використовувати поверхневу дозу, а не об'ємну, такий підхід дасть можливість правильно проводити розрахунки для інактивації вірусів, бактерій і т.д.

7. Для отримання споживачами достовірної інформації по основних властивостях ультрафіолетових ламп і сприяння створення бар'єрів для попадання на внутрішній ринок України неякісної продукції, доцільно

проводити добровільну оцінку відповідності цієї продукції по найбільш важливих параметрах.

8. В зв'язку з тим, що величина потоку бактерицидної лампи значно зменшується з часом роботи доцільно проводити контроль цього параметру через певний період роботи ламп. Такий підхід дасть можливість гарантувати правильний розрахунок доз ультрафіолетового опромінення і об'єктивно оцінювати якість ламп та можливості їх ефективної роботи на протязі використання.

9. Рекомендувати виробникам пристроїв для бактерицидного знезараження повітря та поверхонь при розробці та проектуванні враховувати поверхневу дозу бактерицидного випромінювання, що дасть можливість правильно проводити кількісні розрахунки необхідної УФ-дозы бактерицидного потоку для знищення бактерій та вірусів.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

---

1 Мейер А. Ультрафиолетовое излучение. Получение, измерение и применение в медицине, биологии и технике. Пер. с нем. / А. Мейер, Э. Зейтц. - М. : И-во "Иностр. лит.", 1952. - 574 с.

2 Вассерман А. Л. Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний / А. Л. Вассерман, М. Г. Шандала, В. Г. Юзбашев. - М. : Медицина, 2003. – 2008 с.

3 Публікація ІЕС 60050-845:1987 international electrotechnical vocabulary; chapter 845: lighting, Geneva, 1987 (Международный электротехнический словарь. Глава 845: Освещение, Женева, 1987.

4 Сонце і його біологічна роль [Електронний ресурс] : Методи визначення інтенсивності та профілактичної дози ультрафіолетової радіації. .  
- Режим доступу до журн. :  
[http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/hihiena/classes\\_stud/uk/med/health/ptn.htm](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/hihiena/classes_stud/uk/med/health/ptn.htm).

5 Семенов А. О., Сахно Т. В., Кожушко Г. М. Аналіз ролі УФ-випромінювання на розвиток і продуктивність різних культур. Світлотехніка та електроенергетика. 2017. № 2. С. 3–16.

6 Ультрафиолетовые технологии в современном мире: Коллективная монография / Ф. В. Кармазинов, С. В. Костюченко, Н. Н. Кудрявцев, С. В. Храменков (ред.) – Долгопрудный: Из-во Дом «Интеллект». – 2012. – 392 с.

7 Тотарчук Ю.Н. Фотарии с эритемными лампами // Светотехника. 1986. №6. С. 19 – 20.

8 Васильев В.И., Вассерман А.Л., Щеглова Ю.А. Ультрафиолетовые облучатели лечебно-профилактического назначения // Электронная промышленность. 1982. Вып. 8 (114). С. 83 – 84.

9 Фрайклин Г. Я. Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения / Г. Я. Фрайклин – М.: Медицина, 1988. – С. 154 - 164.



- 
- 10 Семенов А. О., Берлінова Л.В. Методи знезараження повітря в приміщеннях. Серія: Технічні науки. 2011. № 1(52). С. 39–43.
- 11 Irina Korotkova, Anatoly Semenov, Tamara Sakhno. The Ultraviolet Radiation: Disinfection and Stimulation Processes. Lambert: Academic Publishing, 2020. P.56. ISBN 978-620-2-68136-0.
- 12 Семенов А. О. Особливості конструкції одноцокольних ламп для ультрафіолетового опромінювання. Scientific Journal «ScienceRise». Технічні науки. 2014. № 5/2 (4). С. 64–67.
- 13 LinghhtTech [Електронний ресурс] : про компанію . – Режим доступу до журн. : [http://www.uv-light.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2&Itemid=2](http://www.uv-light.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=2).
- 14 Лампы люминесцентные эритемные [Електронний ресурс] : Источники света, световые приборы и их компоненты // Лампы ультрафиолетовые. - Режим доступу до журн. : <https://vniiis.su/produksiya/istochniki-sveta-svetovye-pribory-i-ikh-komponenty/lampy-ultrafioletovye>.
- 15 Матвеев А. Б. Электрические облучательные установки фотобиологического действия / А. Б. Матвеев, С. М. Лебедева, В. И. Петров; под ред. С. П. Решенова – М.: МЭИ, 1989, с. 92.
- 16 Фотобіологічна безпечність ламп і лампових систем. ДСТУ ІЕС 62471:2014. (EN 62471:2008, IDT; ІЕС 62471:2006, MOD)/ [Чинний від 01.01.2016]. – К. : Держстандарт України, 2014. – (Національний стандарт України).
- 17 Рохлин Н. Г. Разрядные источники света. / Н. Г. Рохлин – М. : Энергоиздат, 1991. – 720 с.
- 18 Справочная книга по светотехнике : 3-е изд. переработ. и допол. / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М. : Знак, 2006. – 972 с.
- 19 Уэймаус Д. Газоразрядные лампы / Д. Уеймаус. – М. : Энергия, 1977. – 342 с.

---

20 Семенов А. А., Берлинова Л. О., Семенова Н. В. Источники ультрафиолетового излучения для бактерицидного обеззараживания воды и воздуха. Сборник научных трудов SWorld. 2013. Вып. 2. Том 7. Одесса: Куприенко. С. 44–49.

21 Semenov A., Kozhushko G. Bactericidal irradiators for ultraviolet disinfection of indoor air. European Applied Sciences. – Stuttgart, Germany. 2013. 1(13). P. 226–228.

22 Семенов А. А. Электротехнические комплексы обеззараживания питьевой воды / Научное окружение современного человека: техника и технологии, информатика, безопасность, транспорт, химия, сельское хозяйство. Книга 3, Часть 1: серия монографий / [авт.кол. : И.Я. Львович, Я.Е. Львович, А.В. Осадчук, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров и др.] – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2020. – (Серия «Научное окружение современного человека»; № 3). С. 46–54. ISBN 978-617-7414-86-4. DOI: 10.3088/2663-5569.2020-03.01-028.

23 Сарычев Г. С. Облучательные светотехнические установки / Г. А. Сарычев. - М. : Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.

24 Semenov A., Koshushko G. Device for germicidal air disinfection by ultraviolet radiation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014. V.3. № 10 (69). P. 13–17.

25 Семенов А. О. Особливості технології при УФ-знезараженні питної води в харчовій промисловості. Сборник научных трудов SWorld. 2014. Вып. 2. Том 9. Иваново: Маркова А. Д. 2014. С. 75–80.

26 Прикупец Л. Б. Современные источники УФ излучения для установок и процессов фотобиологического действия // Светотехника, 2004, №4. С. 10 – 14.

27 Семенов А. О., Кожушко Г. М., Семенова Н. В. Патент України на корисну модель 80079 UA, МПК (2006.01) A61L 9/20. Пристрій бактерицидного знезараження повітря в приміщеннях. Заявник і

---

патентовласник Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі». № u201213896; заявлено 06.12.2012; опубліковано 13.05.2013. Бюл. № 9.

28 Методичні рекомендації з діагностики, лікування і профілактики вірусних гепатитів / М. Д. Чемич, А. О. Сніцарь, Н. І. Ільїна, Т. П. Бинда, І. О. Троцька, В. В. Рябіченко, Л. П. Кулеш, С. І. Кругляк, С. Л. Грабовий. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 58 с.

29 Harm W. Biological effects of ultraviolet radiation / Walter Harm // Cambridge University Press, Cambridge (Eng.), New York, 1980.

30 Ультрафіолетові опромінювачі [Електронний ресурс]: Медична енциклопедія. - Режим доступу до журн. : [http://medical-enc.com.ua/obluchateli\\_ultraviolet\\_2.htm](http://medical-enc.com.ua/obluchateli_ultraviolet_2.htm).

31 Сарычев Г. С. К расчету бактерицидных установок / Г. С. Сарычев // Светотехника, 2005. – № 1. – С . 62-63.

32 Семенов А. А., Кобищан А. Д., Семенова Н. В. Ультрафіолетове випромінювання та оптичні властивості матеріалів в УФ-області. Сборник научных трудов SWorld. Вып. 1. Том 2. Иваново: Маркова А. Д. 2014. С. 76–80.

33 Международный словарь электротехнических терминов. Часть 845. Светотехника : ДСТУ ІЕС 60050-845:2012 (ІЕС 60050-845:1987, IDT) / [Чинний від 01.03.2013]. – П. : ГП «Полтавастандартметрология», 2013.

34 Дослідження та розробка вдосконалених конструкцій ультрафіолетових джерел випромінювання для установок фотохімічної і фотобіологічної дії [Текст] : звіт про НДР (заключ.) : № 1 від 01 січня 2011 р. ВНЗ Укоопспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі"; кер. Кожушко Г. М.; виконав: Семенов А. О. [та ін.]. – Полтава, 2015. – 306 с. - № ДКР 0112U007433. – Інв. № 0715U003750

35 Спектрорадіометричні вимірювання джерел світла : ДСТУ СІЕ 63: 2017 (СІЕ 63: 1984, IDT) / [Чинний від 01.01.2017] – Київ: ДП «УкрНДНЦ».

- 
- 36 Звелто О. Принципы лазеров / О. Звелто. - М.: Мир, 1990. — 559 с.
- 37 Кондиленко И. И. Физика лазеров / И. И. Кондиленко, П. А. Коротков, А. И. Хижняк. – Киев : Вища школа, 1984. – 232 с.
- 38 Dulbecco R: Experiments on photoreactivation of bacteriophages inactivated, with ultraviolet radiation / R Dulbecco //J. Bacteriol. – 1950. V.59 (3). - P. 329 –347.
- 39 Беляев О. Є. Чарівні подорожі у блакитне світло / О. Є. Беляєв, В. О. Кочелап // Оптоелектроника и полупроводниковая техника. – 2014. - № 49. – С. 98-104.
- 40 Semenov A. Device for disinfection of water by using ultraviolet radiation. Physics of Liquid Matter: Modern Problems (PLMMP 2018): 8-th International Conference, Kyiv, Ukraine, 18-22 May, 2018. 1-20.P.
- 41 Хоффманн М. Влияние процесса хлорирования на качество питьевой воды в г. Киеве / М. Хоффманн, В. П. Михайленко // Химия и технология воды. - 1994. - Т.16, № 5. - С. 472 - 479.
- 42 Finch G. R Ozone inactivation of *Cryptosporidium parvum* in demand-free phosphate buffer determined by in vitro excystation and animal infectivity / G. R. Finch, E. K. Black, L. Gyürék, M. Belosevic // Appl. Environ Microbiol. – 1993, Dec; 59 (12): P. 4203 – 4210.
- 43 Dadjour M. F. Disinfection of *Legionella pneumophila* by ultrasonic treatment with TiO<sub>2</sub> / M. F. Dadjour, C. Ogino, S. Matsumura, S. Nakamura, N. Shimizu // Water Res. – 2006. – V. 40, № 6. – P. 1137 – 1142.
- 44 Facile N. Evaluating bacterial aerobic spores as a surrogate for *Giardia* and *Cryptosporidium* inactivation by ozone / N. Facile, B. Barbeau, M. Prevots et al. // Water Res. – 2000. – 34, № 12. – P.3228-3246.
- 45 Meunier L. Implications of sequential use of UV and ozone for drinking water quality / L. Meunier, S. Canonica, U. Gunten // Water research. V. 40. Issue 9, 2006. – P. 1864-1876.

---

46 Соколов В.Ф. Обеззараживание воды бактерицидными лучами / В. Ф. Соколов. - М.: Изд-во литературы по строительству, 1964, с. 236.

47 Шлифер Э. Д. Устройство комбинированной СВЧ УФ озонной бактерицидной обработки жидких, газообразных и твердофазных объектов / Э. Д. Шлифер // Светотехника. – 2004, № 6. – С. 46 – 50.

48 Лазарев Д.Н. Оптическое излучение в лечебных учреждениях // Светотехника. 1988. №1. С. 9 – 12.

49 Вассерман, А. Л. Сравнительные характеристики бактерицидных облучателей с ксеноновыми импульсными лампами и с ртутными лампами НД / А. Л. Вассерман // Светотехника, 2011. - № 5. - С. 51-52.

50 Семенов А. О., Кожушко Г. М., Сахно Т. В., Дугніст Л. В. Розробка технології бактерицидного знезараження активованого вугілля. Науковий вісник полтавського університету економіки і торгівлі: Серія: Технічні науки. 2017. № 1 (83). С. 75–84.

51 Семенов А. А. Ультрафиолетовое излучение для обеззараживания сыпучих пищевых продуктов. Вісник національного технічного університету «ХПІ» : Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків : НТУ «ХПІ». 2014. № 17 (1060). С. 25–30.

52 Семенов А. О., Кожушко Г. М., Семенова Н. В. Використання ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження води, повітря та поверхонь. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України : Збірник науково-технічних праць. Львів : РВЦ НЛТУ України. 2013. № 23.02. С. 179–186.

53 Вэбб А.Р., Серожи А., Кифт Р., Риммер Дж. Определение актиничных потоков по результатам измерений облученности УФ-области спектра // Светотехника, 2004. №5. С. 26 – 29.

54 Кузьмин В.Н., Томский К.А. О приборном обеспечении измерений ультрафиолетового излучения // Светотехника. 2007. №1. С. 30 – 31.

---

55 Семенов А. О., Кожушко Г. М., Сахно Т. В., Бірта Г. О. Прогнозування корисного строку служби ультрафіолетових ламп у фотобіологічних і фотохімічних процесах. Науковий вісник полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки. 2018. № 1(85). С. 129–134.

56 Источники ультрафиолетового излучения: методика проведения измерений параметров ультрафиолетового излучения. МВУ 11-038-2007 / ННЦ «Институт метрологии» - Харьков, 2007. – 33 с.

57 Семенов А. О. Методика вимірювання потужності УФ-випромінювання ламп низького тиску. Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта: Міжнародна науково-практична Інтернет конференція, м. Полтава, 14–15 березня 2018 року: тези доповіді. С. 213–217.

58 Т.К. Кхан, К. Сварлик. Методы измерения лучистого потока // Светотехника, 1996, №7, С. 20 – 22.

59 Директива 2002/95/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 27 січня 2003 року про обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні [Електронний ресурс] // Офіційний вісник європейських співтовариств. 13.02.2002. С. 19 – 22.

60 Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека. Частина 2 - 27. Додаткові вимоги до приладів ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання для догляду за шкірою : ДСТУ ІЕС 60335-2-27:2014 (ІЕС 60335-2-27:20013, IDT) / [Чинний від 01.01.2015]. – К. : Держстандарт України, 2015. – (Національний стандарт України).

61 Лампы электрические. Методы измерения электрических и световых параметров : ГОСТ 17616-82 / [Чинний від 1983-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 6 с. – (Міждержавний стандарт).

62 Лампи люмінесцентні еритемні. Порядок вимірювання та специфікації параметрів : ДСТУ ІЕС 61228:2009. (ІЕС 61228:2008. IDT) /

---

[Чинний від 01.01.2012]. – К. : Держстандарт України, 2014. – (Національний стандарт України).

63 Лампи люмінісцентні двоцокольні. Вимоги безпеки – ДСТУ ІЕС 61195:2017 (ІЕС 61199:1999 IDT) / [Чинний від 01.01.2018]. – К. : Держстандарт України, 2018. – (Національний стандарт України).

64 Лампи люмінесцентні двоцокольні. Вимоги до робочих характеристик : ДСТУ ІЕС 60081:2007 (ІЕС 60081:2001, IDT) / [Чинний від 01.01.2010]. – К. : Держстандарт України, 2010. – (Державний стандарт України).

65 Утилізація люмінесцентних ламп. – [Електронний ресурс – Режим доступу до журн. : <http://eco-util.com/utilization/office-waste>.

66 Державний класифікатор продукції та послуг // Стаття / Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Державний\\_класифікатор\\_продукції\\_та\\_послуг#Особливості](https://uk.wikipedia.org/wiki/Державний_класифікатор_продукції_та_послуг#Особливості).

67 Полікарпов І.С., Закусілов А.П. Ідентифікація товарів: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 344 с.

68 Международная система кодировки ламп : ДСТУ ІЕС/TS 61231:2005. (ІЕС/TS 61231:1999, IDT) / [Чинний від 01.07.2006]. – К. : Держстандарт України, 2006. – (Національний стандарт України).

69 Янин Е. П. Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды / Е. П. Янин. – М. : ИМГРЭ, 2005. – 28 с.

70 Семенов А. О., Кожушко Г. М., Баля Л. В. Безозонні бактерицидні лампи для установок фотохімічної і фотобіологічної дії. Технологический аудит и резервы производства. 2015. № 4/1 (24). С 4–7.

71 Semenov Anatoly, Sakhno Tamara, Barashkov Nikolay. Ultraviolet disinfection of activated carbon and its use for microbiological decontamination. Green Chemistry & the Environmental: 257st American Chemical Society

---

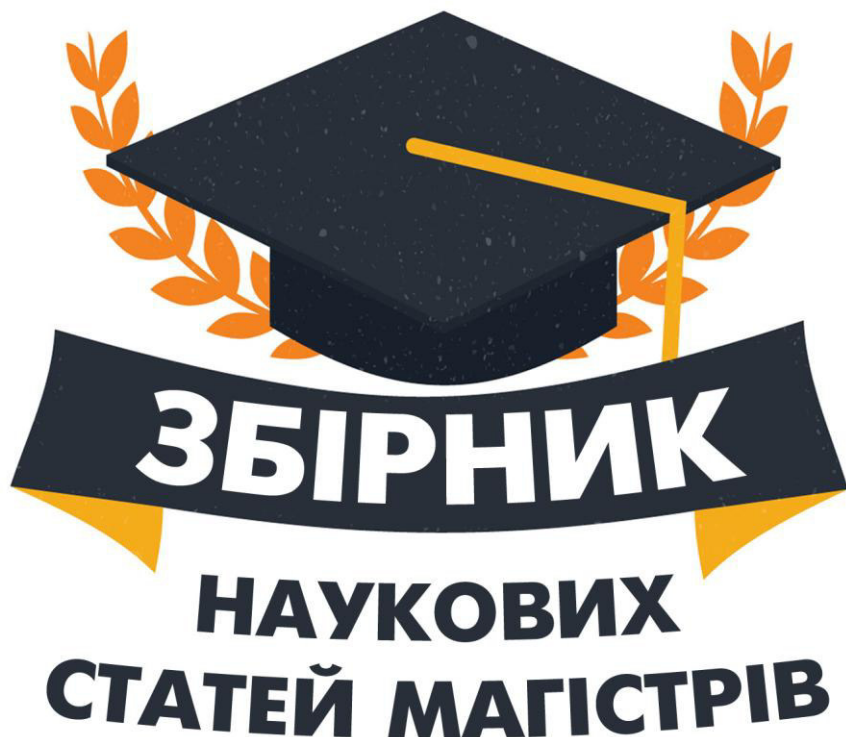
National Meeting & Exposition, Orlando, Florida, march 31 – april 4, 2019, ENVR 409.

72 Ускова Г. В., Чупров А. Н. Ультрафиолетовые облучатели // Медицинская техника. – 1988. №3. С. 8 – 10.

73 Frizzell L. A. Biological Effects of Acoustic Cavitation in Ultrasound: Chemical, Physical, and Biological Effects / L. A. Frizzell, K. Suslick [Ed] // VCH Publishers, Inc., New York. - 1988. - P. 287-303.



**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПІЛКИ  
“ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ”**



**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ  
БІЗНЕСУ ТА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ПОЛТАВА  
2020**

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ  
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»  
(ПУЕТ)**

# **ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ МАГІСТРІВ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БІЗНЕСУ ТА  
СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Полтава  
ПУЕТ  
2020**

УДК 330:004(082)  
3-41

Друкується відповідно до наказу по університету № 112-Н від 01 вересня 2020 р.

Головний редактор – **О. О. Нестуля**, д. і. н., професор, ректор Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» (ПУЕТ).

Заступник головного редактора – **О. В. Манжура**, д. е. н., доцент, проректор з науково-педагогічної роботи ПУЕТ.

Відповідальний секретар – **Н. М. Бобух**, д. філол. н., професор, завідувач кафедри української, іноземних мов та перекладу ПУЕТ.

#### **Відповідальний редактор**

**А. С. Ткаченко**, к. т. н., доцент, директор Навчально-наукового інституту бізнесу та сучасних технологій ПУЕТ.

#### **Члени редакційної колегії**

**Г. О. Бірта**, д. с.-г. н., професор (спеціальність Підприємництво, торгівля та біржова діяльність освітні програми «Товарознавство і комерційна діяльність» і «Товарознавство та експертиза в митній справі»), завідувач кафедри товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи ПУЕТ;

**О. О. Ємець**, д. ф.-м. н., професор (спеціальність Комп'ютерні науки), завідувач кафедри математичного моделювання та соціальної інформатики ПУЕТ;

**Є. А. Карпенко**, к. е. н., доцент (спеціальності Облік і оподаткування та Підприємництво, торгівля та біржова діяльність освітня програма «Публічні закупівлі»), завідувач кафедри бухгалтерського обліку і аудиту ПУЕТ;

**Н. В. Карпенко**, д. е. н., професор (спеціальність Маркетинг), завідувач кафедри маркетингу ПУЕТ;

**Т. А. Костишина**, д. е. н., професор (спеціальності Економіка освітня програма «Управління персоналом та економіка праці», Публічне управління та адміністрування освітня програма «Місцеве самоврядування»), завідувач кафедри управління персоналом, економіки праці та економічної теорії ПУЕТ;

**Г. В. Лаврик**, д. ю. н., професор (спеціальність Публічне управління та адміністрування освітня програма «Публічне адміністрування»), завідувач кафедри правознавства ПУЕТ;

**Л. М. Шимановська-Діанич**, д. е. н., професор (спеціальність Інформаційна, бібліотечна та архівна справа), завідувач кафедри менеджменту ПУЕТ;

**Л. С. Франко**, ст. викладач (спеціальність Міжнародні економічні відносини), завідувач кафедри міжнародної економіки та міжнародних економічних відносин;

**О. В. Яріш**, к. е. н., доцент (спеціальність Фінанси, банківська справа та страхування), завідувач кафедри фінансів та банківської справи ПУЕТ.

**Збірник наукових статей магістрів. Навчально-науковий**  
**3-41 інститут бізнесу та сучасних технологій. – Полтава: ПУЕТ,**  
**2020. – 294 с.**

ISBN 978-966-184-388-1

У збірнику представлено результати наукових досліджень магістрів спеціальностей: Інформаційна, бібліотечна та архівна справа освітня програма «Документознавство та інформаційна діяльність»; Комп'ютерні науки освітня програма «Комп'ютерні науки»; Облік і оподаткування освітня програма «Облік і аудит»; Фінанси, банківська справа і страхування освітня програма «Фінанси і кредит»; Публічне управління та адміністрування освітні програми «Публічне адміністрування» та «Місцеве самоврядування»; Економіка освітня програма «Управління персоналом та економіка праці»; Маркетинг освітня програма «Маркетинг»; Філологія освітня програма «Германські мови та літератури (переклад включно), перша – англійська»; Підприємництво, торгівля та біржова діяльність освітні програми «Товарознавство і комерційна діяльність», «Товарознавство та експертиза в митній справі», «Публічні закупівлі».

**УДК 330:004(082)**

*Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів.  
За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідальні автори.  
Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу ПУЕТ заборонено.*

ISBN 978-966-184-388-1

© Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і  
торгівлі», 2020

## ЗМІСТ

### ОБЛІК І ОПОДАТКУВАННЯ

#### Освітня програма «Облік і аудит»

<i>Горілко Н. А.</i> Напрями вдосконалення обліку основних засобів будівельних підприємств.....	8
<i>Манченко О. М.</i> Принципи та завдання організації обліку податку на прибуток .....	13
<i>Матюша Я. Ю.</i> Податок на прибуток: вплив податкової реформи 2020 .....	18
<i>Савченко Н. Г.</i> Організація системи внутрішнього контролю на підприємстві.....	24
<i>Фандєєва А. Ю.</i> Напрями вдосконалення приміток до річної фінансової звітності щодо необоротних активів та резервів.....	30
<i>Яновська К. А.</i> Класифікація власного капіталу: обліково-аналітичний аспект.....	36

### ПІДПРИЄМНИЦТВО, ТОРГІВЛЯ ТА БІРЖОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

#### Освітня програма «Публічні закупівлі»

<i>Ляхно Р. В.</i> Окремі аспекти стану публічних закупівель в Україні.....	41
<i>Павленко О. С.</i> Особливості проведення спрощених закупівель .....	47

### Освітня програма «Товарознавство та експертиза в митній справі»

<i>Закотей В. Л.</i> Тенденції розвитку виробництва і споживання кави в Україні.....	51
<i>Кулинич С. В.</i> Особливості формування асортименту і споживання безалкогольних напоїв .....	56
<i>Сич А. М.</i> Дослідження використання ультрафіолетових ламп для пристроїв знезараження повітря .....	61
<i>Скоробагацький В. В., Бабенко О. Ю.</i> Стан та тенденції ринку пластмас в Україні .....	66
<i>Снежков В. О.</i> Ідентифікаційна експертиза апельсинів різних сортів .....	70

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ ЛАМП ДЛЯ ПРИСТРОЇВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ

*А. М. Сич, магістр спеціальності 076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність освітня програма «Товарознавство та експертиза в митній справі»,*

*А. О. Семенов, к. ф.-м. н., доцент – науковий керівник*

**Анотація.** Використання ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження стає найбільш актуальним, оскільки УФ-випромінювання успішно інактивує бактерії, віруси та пагубну мікрофлору. Запропонована конструкція безозонової бактерицидної лампи для установок бактерицидного знезараження. Вказані особливості конструкції бактерицидної лампи, яка обмежує вихід озону в оточуюче середовище. Лампа комплектується пусковою апаратурою та цоколем, що розширює можливості її використання в побутових умовах для знезараження питної води, повітря та поверхонь.

**Ключові слова:** УФ-випромінювання, ультрафіолетові лампи, бактерицидне знезараження, безозонна лампа, УФ-потік.

**Abstract.** The use of ultraviolet radiation for bactericidal decontamination becomes the most urgent, since UV radiation successfully inactivates bacteria, viruses and harmful microflora. The proposed construction without an ozone bactericidal lamp for bactericidal decontamination plants. The features of the design of a bactericidal lamp, which limits the output of ozone in the environment. The lamp is equipped with a launcher and a socle, which extends the possibility of its use in domestic conditions for the disinfection of drinking water, air and surfaces.

**Keywords:** UV radiation, ultraviolet light, bactericidal decontamination, without ozone lamp, UV light.

**Постановка проблеми.** Використання ультрафіолетового випромінювання в теперішній час стає все більш актуальним [1], оскільки ультрафіолетовий метод знезараження успішно інактивує бактерії, грибки, віруси в повітрі [1] у воді [2] і на доступних до опромінювання поверхнях [3], [4].

Метод ультрафіолетового випромінювання характеризується рядом переваг – безреагентність, висока ефективність, екологічна чистота, що робить його незамінним у процесах бактерицидного знезараження. Широке використання ультрафіолето-

вого опромінювання стало можливим із-за розширення номенклатури виробництва штучних джерел світла та підвищення їх ефективності, які здатні випромінювати в бактерицидній області при довжині хвилі  $\lambda = 253,4$  нм.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Промисловістю різних країн випускається широка номенклатура ультрафіолетових ламп для побутового і промислового використання в установках фотофізичної, фотобіологічної та фотохімічної дії.

Нині найбільшого поширення як джерел бактерицидного УФ-випромінювання отримали трубчасті розрядні лампи низького тиску. Вони є найбільш ефективними джерелами ультрафіолетового бактерицидного випромінювання, завдяки випромінюванню в ультрафіолетовій області спектра, що припадає на резонансну лінію 253,7 нм, яка лежить в зоні максимальної бактерицидної дії, і пояснює їх високу бактерицидну віддачу в межах 30–40 %.

Ультрафіолетові лампи бактерицидної дії конструктивно подібні звичайним люмінесцентним лампам, за виключенням використання інших марок скла (увіолевого та кварцового) і відсутністю люмінофорного покриття.

Недоліком ламп типу ДБ є низька пропускна здатність короткохвильового випромінювання увіолевого скла в діапазоні  $\lambda = 205\text{--}280$  нм. Крім того, ці лампи мають значні втрати своїх бактерицидних властивостей в процесі строку служби, які обумовлені як зниженням прозорості скла під дією УФ-випромінювання, так і низькою стійкістю увіолевого скла до адгезії ртуті та окисним продуктам, які осідають на внутрішню поверхню колби і знижують потужність оптичного випромінювання.

Відомо, що ультрафіолетові лампи з увіолевого скла в порівнянні з ультрафіолетовими лампами з кварцового скла, типу ДРБ менш потужні в бактерицидній області при однаковій потужності лампи, геометричних розмірах і товщині скла, приблизно на 30 %. Недоліком ламп типу ДРБ є утворення озону під дією ультрафіолетового випромінювання з довжинами хвиль  $\lambda \leq 200$  нм.

При взаємодії озону із азотистими з'єднаннями, що присутні в повітрі, утворюються діоксиди. Зазначені сполуки є шкідливими і використання бактерицидних джерел ультрафіолетового випромінювання з такими властивостями обмежує їх застосування в системах забезпечення чистоти повітря і приміщень, а

також в установках або пристроях санітарно-гігієнічної обробки для стерилізації і дезінфекції. Крім того, власне озон є сильним окиснювачем і його вміст у повітрі допускається не вище встановлених норм (не більше  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ).

**Формулювання мети.** Мета роботи – запропонувати конструкцію безозонової бактерицидної лампи для установок бактерицидного знезараження повітря та поверхонь.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Бактерицидна лампа представляє собою газорозрядну трубку-колбу (далі трубку) наповнену інертним газом і ртуттю, на протилежних кінцях якої знаходяться електродні вузли, кожен з яких складається з електрода і двох виводів [5].

В залежності від призначення бактерицидних ламп, їх розрядні трубки додатково поміщають в кварцову трубку більшого діаметра – чохол, один кінець якого запаяний, а інший комплектується цоколем. Така конструкція бактерицидних ламп дозволяє використовувати їх при зануренні для знезараження води, опромінення рідин і т. д.

Оскільки бактерицидні лампи не можуть працювати напряму від мережі, для їх роботи використовують спеціальні допоміжні пристрої, відомі як пускорегулюючі апарати (ПРА) або сучасні пускорегулюючі апарати (ЕПРА).

В основі запропонованої конструкції бактерицидної лампи використано відомий технічний результат – винахід, який полягає в переході від двоцокольної люмінесцентної лампи до одноцокольної компактної люмінесцентної лампи, яка не потребує додаткових пристроїв для підключення до електричної мережі, оскільки в приєднаному пластмасовому корпусі вмонтована необхідна пускова апаратура з цоколем.

Запропонована конструкція бактерицидної лампи представляє собою газорозрядну трубку, що поміщена в кварцову трубку – чохол, до якої приєднується в корпусі пускова апаратура. Мінімальна величина зазору між газорозрядною трубкою і зовнішньою колбою лежить в межах від 1,0 до 5 мм, при цьому мінімальна величина зазору вибрана із умови забезпечення такого режиму роботи лампи при якому температура суміші азоту і кисню не перевищує  $45^\circ\text{C}$ .

Дослідження показали, що при збільшенні величини зазору більше 5 мм між газорозрядною трубкою і зовнішнім чохлам зменшується ефективність бактерицидного знезараження,

оскільки знижується вихід випромінювання з довжиною хвилі 253,7 нм.

На основі проведених досліджень ультрафіолетових ламп запропонована конструкція бактерицидної лампи, що представляє собою газорозрядну трубку з кварцового скла наповнену інертним газом і ртуттю, поміщена в кварцову трубку – чохол, один кінець якої запаяний, а до іншого за допомогою монтажних траверс приєднується блок. В блоці управління вмонтована необхідна пускова апаратура та цоколь, при цьому простір між газорозрядною трубкою і зовнішньою колбою заповнено сумішшю азоту і кисню при тиску від 1 500 до 80 000 Па.

Запропонована конструкція бактерицидної лампи зображена на рис. 1. Бактерицидний потік виміряно відповідно методики [6], а строк служби перевірено за методикою [7].

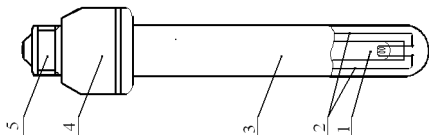


Рисунок 1 – Загальний вигляд бактерицидної лампи: 1 – розрядна трубка з увілового або кварцового скла; 2 – монтажні траверси; 3 – кварцовий чохол; 4 – баласт в пластмасовому корпусі; 5 – цоколь Е 27

Лампа працює наступним чином, після подачі напруги лампа запалюється, відбувається розряд в парах ртуті, в результаті чого генерується УФ-випромінювання, що проходить через газову суміш в просторі між газорозрядною трубкою і зовнішньою колбою. У вказаному просторі УФ-випромінювання з довжиною хвилі менше 200 нм поглинається киснем, перешкоджаючи утворенню озону у зовнішньому просторі. Таким чином простір між розрядною трубкою і зовнішньою колбою представляє газовий фільтр, спектральний коефіцієнт пропускання якого регулюється співвідношенням діаметрів трубок і парціальним тиском кисню та азоту. При цьому випромінювання з довжиною хвилі 253,7 нм практично не затримується газовим фільтром, але кількість озону зменшується в 3–4 рази, не перевищуючи допустимі норми.

Переваги запропонованої конструкції бактерицидних ламп в порівнянні з відомими бактерицидними ртутними лампами



полягають в тому, що їх використання при бактерицидному знезараженні повітря і поверхонь дають можливість виключити примусову вентиляцію, що забезпечує їх використання в технологічних процесах при виробництві, наприклад білкової маси [8], а також здешевити процес проведення дезінфекції приміщення, і при цьому не потребують додаткових спеціальних пристроїв для підключення до електричної мережі [9].

**Висновки.** На основі запропонованого технічного рішення розроблена конструкція бактерицидних ламп в діапазоні потужностей від 4 до 60 Вт. При цьому кількість озону, що виділяється лампами не перевищує допустимі норми. Дані лампи успішно можуть бути використані підприємствами України для бактерицидного знезараження повітря і поверхонь.

### Список використаних джерел

1. Семенов А. О., Кожушко Г. М., Семенова Н. В. Використання ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження води, повітря та поверхонь. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України : зб. наук.-тех. пр. Львів : РВЦ НЛТУ України. 2013. № 23.02. С. 179-186.
2. Семенов А. О. Особливості технології при УФ-знезараженні питної води в харчовій промисловості. Сборник научных трудов SWorld. 2014. Вып. 2. Том 9. Иваново : Маркова А. Д. 2014. С. 75–80.
3. Семенов А. А. Ультрафиолетовое излучение для обеззараживания сыпучих пищевых продуктов. Вісник національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків : НТУ «ХПІ». 2014. № 17 (1060). С. 25–30.
4. Semenov Anatoly, Sakhno Tamara, Barashkov Nikolay. Ultraviolet disinfection of activated carbon and its use for microbiological decontamination. Green Chemistry & the Environmental: 257st American Chemical Society National Meeting & Exposition, Orlando, Florida, march 31 – april 4, 2019, ENVR 409.
5. Семенов А. О., Кожушко Г. М. Патент України на корисну модель 99152 UA, МПК (2015.01) H01K 7/00, H01S 3/097 (2006.01). Конструкція бактерицидної лампи. Заявник і патентовласник Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі». № u201411620; заявлено 27.10.2014; опубліковано 25.05.2015. Бюл. № 10.
6. Семенов А. О. Методика вимірювання потужності УФ-випромінювання ламп низького тиску. Сучасне матеріалознавство та товарознавство: теорія, практика, освіта : Міжнародна наук.-практ. інтернет-конф., м. Полтава, 14–15 березня 2018 року : тези доп. С. 213–217.

7. Семенов А. О., Кожушко Г. М., Сахно Т. В., Бірта Г. О. Прогнозування корисного строку служби ультрафіолетових ламп у фотобіологічних і фотохімічних процесах. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки. 2018. № 1(85). С. 129–134.
8. Семенов А. О., Сахно Т. В., Семенова Н. В. Сучасні проблеми агропромислового комплексу виробництва білкової маси. Хімія, екологія та освіта : IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Полтава, ПДАА, 21–22 травня 2020 року: тези доповіді. С.154–157.
9. Семенов А. О. Особливості конструкції одноцокольних ламп для ультрафіолетового опромінювання. Scientific Journal «ScienceRise» : наук. журн. Харків : Технологічний центр. 2014. № 5/2 (5). С. 64–67.

УДК 688

## СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РИНКУ ПЛАСТМАС В УКРАЇНІ

**В. В. Скоробагацький**, магістр спеціальності 076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність освітня програма «Товарознавство та експертиза в митній справі»;

**О. Ю. Бабенко**, магістр спеціальності 076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність освітня програма «Товарознавство та експертиза в митній справі»

**Г. Д. Кобишан**, к. т. н., доцент – науковий керівник

**Анотація.** У статті розглянуто питання, що висвітлюють сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку світового та вітчизняного ринку товарів із пластичних мас. Автором наведено аналіз статистичних даних щодо вітчизняного виробництва та реалізації виробів з пластмас у динаміці за період 2015–2019 рр. Приділено увагу проблемі екологічної безпеки виробів із пластмас та необхідності її нагального вирішення на світовому та регіональному рівнях. Наведено перелік основних країн експортерів та імпортерів виробів із гуми та пластичних мас, з якими Україна пов’язана торговельними зв’язками.

**Ключові слова:** полімер, пластмаса, товари з пластмас

**Annotation.** The article discusses issues that highlight the current state, problems and prospects for the development of the world and domestic markets for plastic goods. The author of the article provides an analysis of statistical data characterizing the domestic production and sale of plastic products in dynamics for the period 2015–2019. The article focuses on the problem of environmental safety of plastic products and the need for urgent solutions at the global and regional

Наукове видання

# **ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ МАГІСТРІВ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БІЗНЕСУ ТА  
СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Головна редакторка *М. П. Гречук*  
Комп'ютерне верстання *О. С. Корніліч*

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 17,1.  
Тираж 30 пр. Зам. № 147/1919.

Видавець і виготовлювач  
Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і торгівлі»,  
к. 115, вул. Коваля, 3, м. Полтава, 36014; ☎(0532) 50-24-81

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників і  
розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 3827 від 08.07.2010 р.

УКРАЇНА



# ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 80079

**ПРИСТРІЙ БАКТЕРИЦИДНОГО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ В  
ПРИМІЩЕННЯХ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи  
і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні  
моделі 13.05.2013.

Голова Державної служби  
інтелектуальної власності України

 М.В. Ковія

